

2

JC 584 U.S. PRO
09/478604
01/06/00

THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of: **Satoshi IDE et al.**

Filed : **Concurrently herewith**

For : **BURST SIGNAL DETECTION CIRCUIT**

Serial No. : **Concurrently herewith**

January 6, 2000

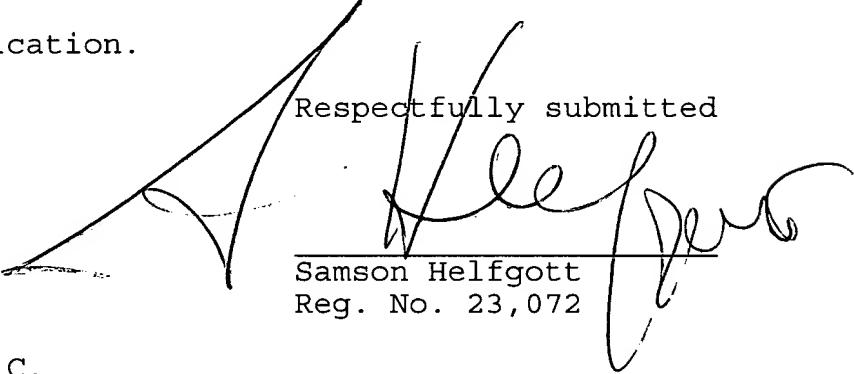
Assistant Commissioner of Patents
Washington, D.C. 20231

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

S I R:

Attached herewith is Japanese patent application No. 11-062290 of March 9, 1999 whose priority has been claimed in the present application.

Respectfully submitted


Samson Helfgott
Reg. No. 23,072

HELFGOTT & KARAS, P.C.
60th FLOOR
EMPIRE STATE BUILDING
NEW YORK, NY 10118
DOCKET NO.: FUJA16.923
LHH:priority

Filed Via Express Mail
Rec. No.: EL522353992US
On: January 6, 1999
By Shonzer
Any fee due with this paper, not fully
Covered by an enclosed check, may be
Charged on Deposit Acct. No. 08-1634

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

JC 584 U.S. PTO
09/478604
01/06/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
in this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年 3月 9日

願番号
Application Number:

平成11年特許願第062290号

願人
Applicant(s):

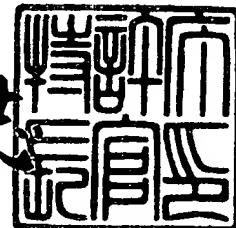
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1999年 8月 23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

伴佐山 建志



【書類名】 特許願
【整理番号】 9804549
【提出日】 平成11年 3月 9日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04L 25/03
H04L 25/06
【発明の名称】 バースト信号検出回路
【請求項の数】 18
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内
【氏名】 井出 聰
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内
【氏名】 桜元 健一
【特許出願人】
【識別番号】 000005223
【氏名又は名称】 富士通株式会社
【代理人】
【識別番号】 100072833
【弁理士】
【氏名又は名称】 柏谷 昭司
【代理人】
【識別番号】 100075890
【弁理士】
【氏名又は名称】 渡邊 弘一
【代理人】
【識別番号】 100105337

【弁理士】

【氏名又は名称】 真鍋 潔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012520

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704249

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 バースト信号検出回路

【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力信号のボトムレベル又はピークレベルを検出し、該ボトムレベル又はピークレベルを基に入力信号の直流レベル変動を除去する直流変動除去回路と、該直流変動除去回路の出力信号を基にバースト信号の有無を検出する振幅識別回路とを備え、

該振幅識別回路は、前記直流変動除去回路の出力信号の最大振幅を検出する振幅検出回路と、識別レベルを制御する識別レベル制御回路と、前記振幅検出回路の出力レベルと前記識別レベルとを比較し、バースト信号の有無の検出信号を出力するコンパレータ回路とを有することを特徴とするバースト信号検出回路。

【請求項2】 入力信号のボトムレベル又はピークレベルを検出し、該ボトムレベル又はピークレベルを基に入力信号の直流レベル変動を除去する直流変動除去回路と、該直流変動除去回路の出力信号を增幅する信号增幅回路と、該信号增幅回路の出力信号を基にバースト信号の有無を検出する振幅識別回路とを備え、

該振幅識別回路は、前記信号增幅回路の出力信号の最大振幅を検出する振幅検出回路と、識別レベルを制御する識別レベル制御回路と、前記振幅検出回路の出力レベルと前記識別レベルとを比較し、バースト信号の有無の検出信号を出力するコンパレータ回路とを有することを特徴とするバースト信号検出回路。

【請求項3】 入力信号のボトムレベル又はピークレベルを検出し、該ボトムレベル又はピークレベルを基に入力信号の直流レベル変動を除去するとともに、該入力信号の最大振幅を検出する振幅検出回路と、識別レベルを制御する識別レベル制御回路と、前記振幅検出回路の出力レベルと前記識別レベルとを比較し、バースト信号の有無の検出信号を出力するコンパレータ回路とを有する振幅識別回路を備えたことを特徴とするバースト信号検出回路。

【請求項4】 入力信号のボトムレベル又はピークレベルを検出し、該ボトムレベル又はピークレベルを基に入力信号の直流レベル変動を除去するとともに、入力信号を增幅する直流除去信号增幅回路と、該直流除去信号增幅回路の出力

信号を基にバースト信号の有無を検出する振幅識別回路とを備え、

該振幅識別回路は、前記直流除去信号增幅回路の出力信号の最大振幅を検出する振幅検出回路と、識別レベルを制御する識別レベル制御回路と、前記振幅検出回路の出力レベルと前記識別レベルとを比較し、バースト信号の有無の検出信号を出力するコンパレータ回路とを有することを特徴とするバースト信号検出回路。

【請求項5】 前記直流変動除去回路は、入力信号のボトムレベル又はピークレベルを検出するボトム検出回路又はピーク検出回路と、該ボトム検出回路又はピーク検出回路の出力信号と入力信号とを差動増幅する差動增幅回路とを有することを特徴とする請求項1又は2記載のバースト信号検出回路。

【請求項6】 前記直流変動除去回路は、入力信号のボトムレベル又はピークレベルを検出するボトム検出回路又はピーク検出回路と、該ボトム検出回路又はピーク検出回路の出力信号を一定値シフトするレベルシフト回路と、該レベルシフト回路の出力信号と入力信号とを差動増幅する差動增幅回路とを有することを特徴とする請求項1又は2記載のバースト信号検出回路。

【請求項7】 前記振幅検出回路は、入力信号の絶対的な最小又は最大レベルを検出するマスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路と、該マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力レベルからの、前記入力信号の相対的な最大又は最小レベルを検出するスレーブピーク検出回路又はスレーブボトム検出回路とから構成されるマスタースレーブ型振幅検出回路を有することを特徴とする請求項3記載のバースト信号検出回路。

【請求項8】 前記マスタースレーブ型振幅検出回路は、前記スレーブピーク検出回路又はスレーブボトム検出回路のレベル検出用キャパシタを、前記マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力に接続した構成を有することを特徴とする請求項7記載のバースト信号検出回路。

【請求項9】 前記直流除去信号增幅回路は、入力信号の直流レベル変動を検出するボトム検出回路又はピーク検出回路と、該入力信号と該ボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力信号とを入力する増幅回路とを有し、且つ、該増幅回路の逆相出力を帰還抵抗を介して該増幅回路の正相入力側に帰還し、該増

幅回路の正相出力をピーク検出回路及び帰還抵抗を介して該增幅回路の逆相入力側に帰還する構成を有することを特徴とする請求項4記載のバースト信号検出回路。

【請求項10】 前記直流除去信号增幅回路は、入力信号の絶対的な最小又は最大レベルを検出するマスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路と、該マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力信号からの、前記入力信号の相対的な最大又は最小レベルを検出するスレーブピーク検出回路又はスレーブボトム検出回路と、該マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力信号と該スレーブピーク検出回路又はスレーブボトム検出回路の出力信号との分圧から閾値レベルを生成する分圧回路とから構成されるマスタースレーブ型自動閾値制御回路を有することを特徴とする請求項4記載のバースト信号検出回路。

【請求項11】 前記直流除去信号增幅回路は、入力信号の絶対的な最小又は最大レベルを検出するマスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路と、該マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力信号と前記入力信号との分圧から分圧信号を生成する分圧回路と、該マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力信号からの、該分圧信号の相対的な最大又は最小値レベルを検出して閾値レベルを生成するスレーブピーク検出回路又はスレーブボトム検出回路と、から構成されるマスタースレーブ型自動閾値制御回路を有することを特徴とする請求項4記載のバースト信号検出回路。

【請求項12】 前記マスタースレーブ型自動閾値制御回路は、スレーブピーク検出回路又はスレーブボトム検出回路のレベル検出用キャパシタを、マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力に接続した構成を有することを特徴とする請求項10又は11記載のバースト信号検出回路。

【請求項13】 前記振幅識別回路は、入力信号の最大又は最小レベルを検出するピーク検出回路又はボトム検出回路と、識別レベルを生成する識別レベル制御回路と、該ピーク検出回路又はボトム検出回路の出力レベルと該識別レベルとを比較するコンパレータ回路とを備えたことを特徴とする請求項1、2、3又は4記載のバースト信号検出回路。

【請求項14】 前記振幅識別回路は、入力信号の最大及び最小レベルを検

出するピーク検出回路及びボトム検出回路と、該ボトム検出回路又はピーク検出回路の出力レベルを一定レベルシフトして識別レベルを生成する識別レベル制御回路と、該ピーク検出回路又はボトム検出回路の出力レベルと該識別レベルとを比較するコンパレータ回路とを備えたことを特徴とする請求項1、2、3又は4記載のバースト信号検出回路。

【請求項15】 前記振幅識別回路は、入力信号の最大及び最小レベルを検出するピーク検出回路及びボトム検出回路と、該ボトム検出回路の出力レベルを一定レベルシフトして第1の識別レベルを得、該ピーク検出回路の出力レベルを一定レベルシフトして第2の識別レベルを得る識別レベル制御回路と、該第1の識別レベルと第2の識別レベルとを比較するコンパレータ回路とを備えたことを特徴とする請求項1、2、3又は4記載のバースト信号検出回路。

【請求項16】 前記識別レベル制御回は、前記識別レベルを温度変化に追随して変化させる温度補償回路を備え、温度変動による利得の変動を補償する構成を有することを特徴とする請求項1、2、3又は4記載のバースト信号検出回路。

【請求項17】 前記識別レベル制御回は、前記識別レベルを電源電圧変化に追随して変化させる基準電圧回路を備え、電源電圧変動による利得の変動を補償する構成を有することを特徴とする請求項1、2、3又は4記載のバースト信号検出回路。

【請求項18】 前記バースト信号検出回路は、光信号を受信するフォトダイオードと、該フォトダイオードからの電流信号を電圧信号に変換する前置増幅回路とを備え、該前置増幅回路の出力信号からバースト信号の到来を検出する構成を有することを特徴とする請求項1、2、3又は4記載のバースト信号検出回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、バースト状の信号が到来したことを検出するバースト信号検出回路に関し、特に、光加入者系伝送システムに用いられるPON (Passive Optical

Network) システム等の高速光バースト信号による伝送システムに最適に用いられるバースト信号検出回路に関する。

【0002】

光バースト信号の伝送においては、伝送されるバースト信号の送出タイミングは不確定であるため、バースト信号検出回路を設け、バースト信号の到来を伝送システムに知らせる必要がある。

【0003】

また、バースト信号を送出する各端末装置をネットワーク上の任意の位置に収容可能とし、且つ、伝送距離の制限を緩和してネットワークシステムを柔軟に構成するためには、遠方に収容された端末装置からの微弱なバースト信号の到来とバースト信号の無い無信号状態とを正確に識別する必要がある。

【0004】

本発明は、微小レベルのバースト信号の到来を確実に検出し、光信号を検出するフォトダイオード (PD) の低周波応答等による直流レベル変動に起因する受信特性劣化を生じないバースト信号検出回路に関する。

【0005】

【従来の技術】

図21は従来の光バースト信号の受信回路におけるバースト信号検出回路の構成を示す。光バースト信号の受信回路は、光信号を電流信号に変換するフォトダイオード (PD) 210と、フォトダイオード (PD) 210からの電流信号を電圧信号に変換する前置增幅回路211と、前置增幅回路211から出力される微弱信号を増幅し、十分大きな論理信号を得るために信号増幅回路213と、前置增幅回路211から出力され信号を基にバースト信号の有無を検出する振幅識別回路215とを備える。

【0006】

信号増幅回路213は、バースト状の信号に対応するために、自動閾値制御 (ATC) 回路214とバッファ増幅回路213Aとを備え、前置增幅回路211からの入力信号と、自動閾値制御 (ATC) 回路214からの閾値レベルとを、バッファ増幅回路213Aにより差動増幅し、受信信号を出力する。

【0007】

自動閾値制御（A T C）回路214は、ピーク検出回路214Aとボトム検出回路214Bと分圧回路214Cとから構成され、バースト信号が前置増幅回路211を通して入力されると、ピーク検出回路214A及びボトム検出回路214Bは、それぞれ、瞬時に入力信号の最大及び最小レベルを検出し、分圧回路214Cはその分圧レベルである入力信号の振幅の中央レベルを閾値レベルとして設定し、バッファ増幅回路213Aに出力する。

【0008】

振幅識別回路215は、振幅検出回路216のピーク検出回路216Aにより、前置増幅回路211からの入力信号のピークレベルを検出し、コンパレータ215Bにより識別レベルと比較し、バースト信号の有無の検出信号を出力する。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

光信号の受光素子として用いるフォトダイオード（P D）の変換効率の周波数特性は、図23の（a）に示すように、数～数百k H zの周波数で肩を持つ特性を有し、変換効率が低周波領域で上昇する特性となることが知られている。

【0010】

この現象は、フォトダイオード（P D）の受光面以外の、電界の印加されない領域に入射した光によって生成したキャリアが原因であると考えられている。電界のかかっていないキャリアは、拡散によってゆっくりと移動するため、非常に大きな時定数を有する。

【0011】

低周波数応答特性の肩は非常に小さなものであり、通常は無視できるものであるが、振幅の大きく異なるバースト信号が連続して入射された場合には、以下に述べるような問題を生ずる。

【0012】

今、図23の（b-1）に示すように、振幅の大きい第1のバースト信号（パケット#1）の直後に、僅かなガードタイム T_G の時間経過後に、振幅の小さい第2のバースト信号（パケット#2）が到来し、フォトダイオード（P D）に受

光されたものとする。

【0013】

フォトダイオード (PD) の電流出力は、図23の (b-2) に示すように、振幅の大きい第1のバースト信号 (パケット#1) の受信時には、低周波応答により、徐々に直流レベルが上昇し、その後の振幅の小さい第2のバースト信号 (パケット#2) の受信時には、直流レベルが元に戻るような波形応答となる。

【0014】

低周波応答による直流レベル変動量は、バースト信号の振幅の大きさによって決定される。直流レベル変動量は、振幅の大きい第1のバースト信号 (パケット#1) に対しては相対的に小さくなるため、バースト信号の検出に影響はないが、振幅の小さい第2のバースト信号 (パケット#2) に対しては、無視できないほどに大きく、バースト信号検出に悪影響をもたらす。

【0015】

図22は前述の第2のバースト信号 (パケット#2) の先頭部分の受信時におけるバースト信号検出の動作波形を示す。図の (a) は、振幅識別回路215の入力信号①、ピーク検出回路216Aのピーク検出出力②、識別レベル制御回路217Bの識別レベル③を示している。

【0016】

バースト信号の送出時間長は予め定められており、その受信終了後のガードタイム T_G の期間中にリセット信号を生成し、該リセット信号によりピーク検出回路216Aのピークレベルはリセットされる。

【0017】

但し、図22の (a) に示す入力信号①は、直前に到来した振幅の大きい第1のバースト信号 (パケット#1) の直流成分により、フォトダイオード (PD) から出力されるボトムレベルが上昇しているため、上記リセット時に、既に、入力信号①のボトムレベルが識別レベル③を超えていたため、コンパレータ215Bは、図の (b) に示すように、無信号時でもバースト信号有りとして、誤った検出信号④を出力してしまう。

【0018】

即ち、ボトムレベルの変動によって波形が低電圧側に移動する場合、ボトム検出回路は波形の移動に追従できるのに対して、ピーク検出回路は信号の最大レベルを保持するため、入力信号の振幅レベルを誤って大きく検出してしまい、信号が規定の識別レベルより小さい場合でも、更に悪い場合には無信号状態でも、誤ってバースト信号有りの検出信号を出力してしまうという問題を生じる。

【0019】

本発明は、フォトダイオード（PD）の低周波応答等に起因する直流レベル変動に対して、バースト信号を正確に検出し、また、到来するバースト信号が微弱な光信号の場合でも、高精度にバースト信号を検出するバースト信号検出回路を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するために、本発明は、入力信号の振幅検出を行う前段に直流変動除去回路を備え、振幅検出回路に入力する段階の信号においては、直流レベルの変動を生じないようにするものである。

【0021】

直流変動除去回路は、直流レベル変動を検出するボトム検出回路又はピーク検出回路の出力信号と、前置增幅回路の出力信号とを、差動増幅する構成及びその変形により実現するすることができる。

【0022】

本発明のバースト信号検出回路は、（1）入力信号のボトムレベル又はピークレベルを検出し、該ボトムレベル又はピークレベルを基に入力信号の直流レベル変動を除去する直流変動除去回路と、該直流変動除去回路の出力信号を基にバースト信号の有無を検出する振幅識別回路とを備え、該振幅識別回路は、前記直流変動除去回路の出力信号の最大振幅を検出する振幅検出回路と、識別レベルを制御する識別レベル制御回路と、前記振幅検出回路の出力レベルと前記識別レベルとを比較し、バースト信号の有無の検出信号を出力するコンパレータ回路とを有するものである。

【0023】

また、(2) 入力信号のボトムレベル又はピークレベルを検出し、該ボトムレベル又はピークレベルを基に入力信号の直流レベル変動を除去する直流変動除去回路と、該直流変動除去回路の出力信号を増幅する信号増幅回路と、該信号増幅回路の出力信号を基にバースト信号の有無を検出する振幅識別回路とを備え、該振幅識別回路は、前記信号増幅回路の出力信号の最大振幅を検出する振幅検出回路と、識別レベルを制御する識別レベル制御回路と、前記振幅検出回路の出力レベルと前記識別レベルとを比較し、バースト信号の有無の検出信号を出力するコンパレータ回路とを有するものである。

【0024】

また、(3) 入力信号のボトムレベル又はピークレベルを検出し、該ボトムレベル又はピークレベルを基に入力信号の直流レベル変動を除去するとともに、該入力信号の最大振幅を検出する振幅検出回路と、識別レベルを制御する識別レベル制御回路と、前記振幅検出回路の出力レベルと前記識別レベルとを比較し、バースト信号の有無の検出信号を出力するコンパレータ回路とを有する振幅識別回路を備えたものである。

【0025】

また、(4) 入力信号のボトムレベル又はピークレベルを検出し、該ボトムレベル又はピークレベルを基に入力信号の直流レベル変動を除去するとともに、入力信号を増幅する直流除去信号増幅回路と、該直流除去信号増幅回路の出力信号を基にバースト信号の有無を検出する振幅識別回路とを備え、該振幅識別回路は、前記直流除去信号増幅回路の出力信号の最大振幅を検出する振幅検出回路と、識別レベルを制御する識別レベル制御回路と、前記振幅検出回路の出力レベルと前記識別レベルとを比較し、バースト信号の有無の検出信号を出力するコンパレータ回路とを有するものである。

【0026】

また、(5) 前記直流変動除去回路は、入力信号のボトムレベル又はピークレベルを検出するボトム検出回路又はピーク検出回路と、該ボトム検出回路又はピーク検出回路の出力信号と入力信号とを差動増幅する差動増幅回路とを有するものである。

【0027】

また、(6)前記直流変動除去回路は、入力信号のボトムレベル又はピークレベルを検出するボトム検出回路又はピーク検出回路と、該ボトム検出回路又はピーク検出回路の出力信号を一定値シフトするレベルシフト回路と、該レベルシフト回路の出力信号と入力信号とを差動増幅する差動増幅回路とを有するものである。

【0028】

また、(7)前記振幅検出回路は、入力信号の絶対的な最小又は最大レベルを検出するマスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路と、該マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力レベルからの、前記入力信号の相対的な最大又は最小レベルを検出するスレーブピーク検出回路又はスレーブボトム検出回路とから構成されるマスタースレーブ型振幅検出回路を有するものである。

【0029】

また、(8)前記マスタースレーブ型振幅検出回路は、前記スレーブピーク検出回路又はスレーブボトム検出回路のレベル検出用キャパシタを、前記マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力に接続した構成を有するものである。

【0030】

また、(9)前記直流除去信号増幅回路は、入力信号の直流レベル変動を検出するボトム検出回路又はピーク検出回路と、該入力信号と該ボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力信号とを入力する増幅回路とを有し、且つ、該増幅回路の逆相出力を帰還抵抗を介して該増幅回路の正相入力側に帰還し、該増幅回路の正相出力をピーク検出回路及び帰還抵抗を介して該増幅回路の逆相入力側に帰還する構成を有するものである。

【0031】

また、(10)前記直流除去信号増幅回路は、入力信号の絶対的な最小又は最大レベルを検出するマスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路と、該マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力信号からの、前記入力信号の相対的な最大又は最小レベルを検出するスレーブピーク検出回路又はスレーブボ

トム検出回路と、該マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力信号と該スレーブピーク検出回路又はスレーブボトム検出回路の出力信号との分圧から閾値レベルを生成する分圧回路とから構成されるマスタースレーブ型自動閾値制御回路を有するものである。

【0032】

また、(11)前記直流除去信号增幅回路は、入力信号の絶対的な最小又は最大レベルを検出するマスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路と、該マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力信号と前記入力信号との分圧から分圧信号を生成する分圧回路と、該マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力信号からの、該分圧信号の相対的な最大又は最小値レベルを検出して閾値レベルを生成するスレーブピーク検出回路又はスレーブボトム検出回路と、から構成されるマスタースレーブ型自動閾値制御回路を有するものである。

【0033】

また、(12)前記マスタースレーブ型自動閾値制御回路は、スレーブピーク検出回路又はスレーブボトム検出回路のレベル検出用キャパシタを、マスタボトム検出回路又はマスタピーク検出回路の出力に接続した構成を有するものである。

【0034】

また、(13)前記振幅識別回路は、入力信号の最大又は最小レベルを検出するピーク検出回路又はボトム検出回路と、識別レベルを生成する識別レベル制御回路と、該ピーク検出回路又はボトム検出回路の出力レベルと該識別レベルとを比較するコンパレータ回路とを備えたものである。

【0035】

また、(14)前記振幅識別回路は、入力信号の最大及び最小レベルを検出するピーク検出回路及びボトム検出回路と、該ボトム検出回路又はピーク検出回路の出力レベルを一定レベルシフトして識別レベルを生成する識別レベル制御回路と、該ピーク検出回路又はボトム検出回路の出力レベルと該識別レベルとを比較するコンパレータ回路とを備えたものである。

【0036】

また、(15)前記振幅識別回路は、入力信号の最大及び最小レベルを検出するピーク検出回路及びボトム検出回路と、該ボトム検出回路の出力レベルを一定レベルシフトして第1の識別レベルを得、該ピーク検出回路の出力レベルを一定レベルシフトして第2の識別レベルを得る識別レベル制御回路と、該第1の識別レベルと第2の識別レベルとを比較するコンパレータ回路とを備えたものである。

【0037】

また、(16)前記識別レベル制御回は、前記識別レベルを温度変化に追随して変化させる温度補償回路を備え、温度変動による利得の変動を補償する構成を有するものである。

【0038】

また、(17)前記識別レベル制御回は、前記識別レベルを電源電圧変化に追随して変化させる基準電圧回路を備え、電源電圧変動による利得の変動を補償する構成を有するものである。

【0039】

また、(18)前記バースト信号検出回路は、光信号を受信するフォトダイオードと、該フォトダイオードからの電流信号を電圧信号に変換する前置增幅回路とを備え、該前置增幅回路の出力信号からバースト信号の到来を検出する構成を有するものである。

【0040】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の第1の実施の形態の構成を示し、図2はその動作波形を示す。図1は光バースト信号受信回路におけるバースト信号検出回路を示し、10はフォトダイオード(PD)、11は前置增幅回路、12は直流変動除去回路、13は信号增幅回路、14は自動閾値制御(ATC)回路、15は振幅識別回路、16は振幅検出回路、17は識別レベル回路である。

【0041】

フォトダイオード(PD)10は、到来する光信号を電流信号に変換し、前置增幅回路11は、増幅器11Aと抵抗11Bと反転用バッファ増幅器11Cとに

より、フォトダイオード（P D）10から出力される電流信号を電圧信号に変換する。

【0042】

直流変動除去回路12は、前置増幅回路11の出力信号をボトム検出回路12Aと差動増幅回路12Bとに入力し、ボトム検出回路12Aは、直流レベル変動を含む前置増幅回路11の出力信号のボトムレベルを検出して出力し、前置増幅回路11の出力信号とボトムレベルとを、差動増幅回路12Bで差動増幅することにより、直流レベル変動分を相殺し、直流レベル変動成分を除去した信号を出力する。

【0043】

差動増幅回路12Bは、出力の飽和による波形歪みを低減するため、利得は低く設定され、バッファとして動作する。なお、バッファとして動作させる以外に、差動増幅回路12Bの利得は任意に設計できることは言うまでもない。

【0044】

信号増幅回路13は、前置増幅回路11から出力される微弱信号を増幅し、十分大きな論理信号を得るものである。信号増幅回路13は、バースト状の信号に対応するために、自動閾値制御（A T C）回路14とリミッタ増幅器13Aとを備える。

【0045】

自動閾値制御（A T C）回路14は、ピーク検出回路14Aとボトム検出回路14Bと分圧回路14Cとから構成される。バースト信号が入力されると、ピーク検出回路14Aとボトム検出回路14Bは、それぞれ、瞬時に入力信号の最大値又と最小値を検出して出力し、分圧回路14Cは、ピーク検出回路14A及びボトム検出回路14Bから出力される最大及び最小レベルの電圧を抵抗により分圧し、入力信号の振幅の中央レベルに閾値レベルを設定する。

【0046】

信号増幅回路13は、分圧回路14Cにより設定される閾値レベルと直流変動除去回路12からの入力信号とをリミッタ増幅器13Aに入力し、振幅レベルが異なるバースト信号でも、受信信号を所定の振幅レベルに増幅して出力する。

【0047】

振幅識別回路15は、直流変動除去回路12により直流レベル変動成分を除去した信号を入力し、振幅検出回路16のピーク検出回路16Aによりそのピークレベルを検出し、そのピークレベルと、識別レベル回路17の識別レベル制御回路17Aから出力される識別レベルとをコンパレータ15Aに入力し、コンパレータ15Aは、ピークレベルが識別レベルを超えたか否かに応じて、バースト信号の有無の検出信号を出力する。

【0048】

図2は図1に示した実施の形態の動作波形の例を示し、図の(a)は直流変動除去回路12の波形応答、図の(b)は振幅識別回路15における各回路の応答波形、図の(c)は振幅識別回路15におけるコンパレータ15Aの応答波形を示している。

【0049】

図2に示す動作波形の例は、前述した図23の(b-2)に示すような、振幅の大きいバースト信号(パケット#1)の直後に到来した振幅の小さいバースト信号(パケット#2)の波形を示し、直流変動除去回路12には、前置増幅回路11から図2の(a)の実線で示す出力信号①が入力され、直流変動除去回路12のボトム検出回路12Aは、図2の(a)の点線で示すボトムレベル②を出力する。

【0050】

振幅識別回路15には、直流変動除去回路12から図2の(b)の点線で示す信号③が入力され、振幅識別回路15内のピーク検出回路16Aは、図2の(b)の実線で示すピーク検出レベル④を出力する。

【0051】

なお、ピーク検出回路16Aにおけるピーク検出のレベルは、バースト信号の受信終了後にリセットされる。図2の(b)のリセット信号⑦は、直前に到来したバースト信号の受信終了後の予め定められたタイミングに発生され、このリセット信号⑦によりピーク検出のレベルがリセットされる。他の回路におけるピーク検出回路及びボトム検出回路においても同様である。

【0052】

振幅識別回路15におけるコンパレータ15Aは、ピーク検出レベル④が識別レベル⑤を超えたとき（図2の（b）参照）、図2の（c）に示すようにバースト信号有りの検出信号⑥を出力する。

【0053】

このように、本発明は、振幅識別回路15による振幅検出を行う前に、直流変動除去回路12により直流レベル変動を除去するため、フォトダイオード（PD）の低周波応答等による直流レベルの変動に依らず、正確にバースト信号の検出を行うことができる。

【0054】

直流変動除去回路12におけるボトム検出回路12Aは、例えば図3の（a）に示すように、増幅器12A₁とダイオード12A₂とキャパシタ12A₃とバッファ増幅器12A₄とにより構成することができる。

【0055】

また、識別レベル制御回路17Aは、例えば図3の（b）に示すように、基準電圧源（BGR：Band Gap Reference）17A₁と演算増幅器17A₂と抵抗17A₃、17A₄とにより構成することができる。

【0056】

基準電圧源（BGR）17A₁から出力される基準電圧をV₀とし、抵抗17A₃、17A₄の抵抗値をそれぞれR_{I0}、R_{I1}とすると、識別レベル制御回路17Aから出力される識別レベルV_{REF}は、以下の（式1）で表され、抵抗値R_{I0}、R_{I1}による分圧比を変えることにより、識別レベルが調整される。

$$V_{REF} = \{R_{I1} / (R_{I0} + R_{I1})\} * V_0 \quad \dots \quad (\text{式1})$$

【0057】

なお、識別レベル制御回路17Aは、この構成例以外の様々な構成を採り得ることは言うまでもない。以降の実施の形態においても、本発明の基本構成に基づいて変形した様々な構成変更が可能である。

【0058】

図4は本発明の第2の実施の形態の構成図を示す。この第2の実施の形態は、

前述の第1の実施の形態における前置増幅回路11を1つの増幅器41Aと抵抗41Bにより構成し、そのため、前置増幅回路41から出力される信号が、第1の実施の形態のものに比し、極性が反転している。

【0059】

従って、第2の実施の形態は、第1の実施の形態における直流変動除去回路12におけるボトム検出回路12Aに換えて、ピーク検出回路42Aを用い、直流変動レベルを検出するようにしたものである。

【0060】

即ち、直流変動除去回路42は、直流レベル変動を検出するピーク検出回路42Aの出力信号と、前置増幅回路41からの出力信号とを、差動増幅回路42Bにより差動増幅することにより、前置増幅回路41の出力信号から直流レベル変動成分を除去する。

【0061】

その外の構成は、第1の実施の形態と同様であり、第1の実施の形態と同様に直流変動除去した信号からバースト信号の有無の検出を正確に行うことができる。なお、図4において、第1の実施の形態におけるものと同様の構成要素には同一の符号を付し、重複した説明は省略する。

【0062】

また、以下に述べる他の実施の形態についても同様に、入力信号の極性が反転したものについて、それぞれ論理を反転した実施の形態を構成することができるが、動作原理は同様であるので、説明は省略する。

【0063】

図5は本発明の第3の実施の形態の構成を示し、図6はその動作波形を示す。図5は図1と同様に光バースト信号受信回路におけるバースト信号検出回路を示し、この第3の実施の形態は、直流変動除去回路52において直流レベル変動を検出するボトム検出回路12Aの出力にレベルシフト回路52Cを付加したものである。

【0064】

レベルシフト回路52Cが無い場合には、差動増幅回路12Bの出力は正の方

向にしか振れず、線形出力範囲の半分の領域しか使うことができないため、差動增幅回路12Bの出力レベルが飽和し、波形歪みを生じやすい。

【0065】

これに対し、レベルシフト回路52Cを付加することにより、差動增幅回路12Bの出力として、負の線形出力範囲をも使用することができるため、出力レベルの飽和を防ぎ、波形歪みを低減することが可能である。

【0066】

また、この第3の実施の形態では、振幅識別回路55内の振幅検出回路56に、ピーク検出回路16Aとボトム検出回路56Bとを設け、ピークレベルとボトムレベルの両方を検出する。

【0067】

そして、振幅識別回路55における識別レベルを、振幅検出回路56内のボトム検出回路56Bにより検出したボトムレベルから、識別レベル制御回路57Aによる所定電流と抵抗57Bとにより一定電圧シフトして与えている。

【0068】

前述の第1の実施の形態では、振幅検出回路16は片側（ピーク側）のレベルしか検出していなかったために、振幅識別回路15の入力信号の直流動作点の影響を受けるのに対し、この第3の実施の形態では、識別レベルをボトムレベルから一定電圧シフトしたレベルとすることにより、直流動作点の影響によらず、振幅成分のみを検出することが可能である。

【0069】

図6は図5に示した第3の実施の形態の動作波形の例を示し、図の（a）は直流変動除去回路12の波形応答、図の（b）は振幅識別回路55における各回路の応答波形、図の（c）は振幅識別回路55におけるコンパレータ15Aの応答波形を示している。

【0070】

直流変動除去回路52には、前置増幅回路11から図6の（a）の実線で示す信号①が入力され、直流変動除去回路52のボトム検出回路12Aにより検出したボトムレベルを、入力信号レベルの凡そ中央付近にレベルシフトした図の（a）

) の点線で示すレベル②を差動増幅回路12Bに入力する。従って、差動増幅回路12Bは、ボトムレベルを一定レベルシフトしたレベルを基準として正及び負の方向に振れる信号を出力する。

【0071】

また、振幅識別回路55には、直流変動除去回路52から図6の(b)の点線で示す信号③が入力され、振幅識別回路55内のピーク検出回路16Aは、図6の(b)の実線で示すピーク検出レベル④を出力する。

【0072】

振幅識別回路55のボトム検出回路56Bは、図6の(b)の実線で示すボトム検出レベル⑤を出力し、そのボトムレベルを、識別レベル制御回路57A及び抵抗57Bにより、一定レベルシフトした図6の(b)の実線で示す識別レベル⑥がコンパレータ15Aに入力される。

【0073】

そして、コンパレータ15Aは、振幅検出回路56のピーク検出回路16Aから出力されるピークレベル④が、識別レベル⑥を超えたとき(図6の(b)参照)、図6の(c)に示すように、バースト信号有りの検出信号⑦を出力する。

【0074】

図7は本発明の第3の実施の形態における識別レベル制御回路57Aの構成例を示す。識別レベル制御回路57Aは、基準電圧回路71と電流調整回路72とカレントミラー回路73とから構成される。

【0075】

基準電圧回路71は、基準電圧源(BGR)71Aと、抵抗値 R_{R1} 、 R_{R2} の抵抗による分圧回路71Bとから構成され、電流調整回路72は、演算増幅器72Aと、NMOSトランジスタ72Bと、抵抗値 R_{I0} の可変抵抗72Cと、抵抗値 R_{I1} のサーミスタ72Dとから構成され、カレントミラー回路73は、2つのPMOSトランジスタ73A、73Bにより構成される。

【0076】

識別レベル制御回路57Aは、基準電圧回路71の基準電圧 V_0 を基に、カレントミラー回路73から基準電流 I_0 を出力し、図5に示す識別レベル回路57

内の基準抵抗 57B と基準電流 I_0 とによる電圧降下 ΔV_{REF} によって、ボトム検出レベルをシフトし、識別レベル V_{REF} を生成する。

【0077】

図5の振幅検出回路56のボトム検出回路56Bから出力されるボトム検出レベルを V_{BT} 、基準抵抗 57B の抵抗値を R_{REF} 、図7の基準電圧回路71内の基準電圧源 (BGR) 71A の出力電圧を V_1 、電源電圧を V_{DD} とすると、識別レベル回路57から出力される識別レベル V_{REF} は以下の (式2) で表される。

【0078】

$$V_{REF} = V_{BT} + I_0 * R_{REF} = V_{BT} + (V_1 / R_{I0} + R_{I1}) * R_{REF} = V_{BT} + \{ (R_{R1} * V_1 + R_{R2} * V_{DD}) / (R_{R1} + R_{R2}) \} * \{ R_{REF} / (R_{I0} + R_{I1}) \}$$

… (式2)

【0079】

なお、抵抗値 R_{I0} 、 R_{I1} の可変抵抗 72C とサーミスタ 72D とは、LSI の外部に接続する抵抗であり、可変抵抗 72C は電流調整用の抵抗、サーミスタ 72D は温度補償用の抵抗である。サーミスタ 72D (抵抗値 R_{I1}) が正の温度係数を持つ場合、識別レベルの温度係数は負である。

【0080】

この識別レベル制御回路の構成例では、前置增幅回路11又は直流変動除去回路52の利得の、温度又は電源変動による変動に合わせ、識別レベルを補償する。これにより、バースト信号の有無検出の識別レベルの、利得変動による不確定性を低減することができる。

【0081】

図8は本発明の第4の実施の形態の構成を示し、図9はその動作波形を示す。この第4の実施の形態は、前述の直流変動除去回路を独立した回路として設ける代わりに、信号增幅回路83に直流変動を除去する機能を組み込み、該直流変動除去信号增幅回路83の出力を、振幅識別回路85に入力するようにして、回路要素の簡素化を図ったものである。

【0082】

直流変動除去信号增幅回路83は、ボトム検出回路83Aと增幅回路84とり

ミッタ増幅器83Bとから構成され、増幅回路84は、増幅器84Aとピーク検出回路84Bと抵抗84C, 84D, 84E, 84Fとから構成される。

【0083】

振幅識別回路85は、振幅検出回路86と識別レベル回路87とコンパレータ85Aとから構成される。振幅検出回路86は、ピーク検出回路86Aとボトム検出回路86Bとから構成され、識別レベル回路87は、識別レベル制御回路87Aと抵抗87B, 87Cとから構成される。

【0084】

図9は図8に示した第4の実施の形態の動作波形の例を示し、図の(a)は直流変動除去信号増幅回路83の波形応答、図の(b)は振幅識別回路85における各回路の応答波形、図の(c)は振幅識別回路85におけるコンパレータ85Aの応答波形を示している。

【0085】

直流変動除去信号増幅回路83には、前置増幅回路11から、図9の(a)の点線で示す信号①が入力され、直流変動除去信号増幅回路83のボトム検出回路83Aは、図の(a)の実線で示すボトム検出レベル②を出力する。

【0086】

ボトム検出レベル②は、抵抗84Dを介して増幅器84Aの一方の入力端子に入力されるとともに、その入力端子には、増幅器84Aの正相出力からピーク検出回路84Bにより検出したピーク検出レベルが抵抗84Fを介して入力され、受信信号レベルの中央付近のレベルが閾値として入力される。

【0087】

また、増幅器84Aの他方の入力端子には、前置増幅回路11からの出力信号と増幅器84Aの逆相出力を、それぞれ、抵抗84Cと84Eとを介して入力する。従って、増幅器84Aは、受信信号レベルの中央付近のレベルを基準として正及び負の方向に振れる電圧を出力し、直流変動を除去した増幅信号が出力される。

【0088】

直流変動除去信号増幅回路83の出力信号は、振幅識別回路85に入力され、

その信号を図9の（b）の点線③で示している。信号振幅識別回路85において、振幅識別回路85内のピーク検出回路86Aは、該入力信号③のピークレベル④を検出して出力し、該ピーク検出出力④は、抵抗87Bを介してコンパレータ85Bの一方の入力端子に入力される。

【0089】

振幅識別回路85のボトム検出回路86Bは、前記入力信号③のボトムレベル⑤を検出して出力し、該ボトム検出出力⑤は、抵抗87Cを介してコンパレータ85Aの他方の入力端子に入力される。

【0090】

更に、コンパレータ85Aのそれぞれの入力端子には、識別レベル制御回路87Aから、レベルをシフトする電流が印加され、前述のピーク検出出力④は、図9の（b）の⑥に示す振幅識別レベル#1にシフトされ、ボトム検出出力⑤は、図9の（b）の⑦に示す振幅識別レベル#2にシフトされる。そして、コンパレータ85Aは、⑥の振幅識別レベル#1が⑦の振幅識別レベル#2を超えたとき、図9の（c）に示すように、バースト信号有りの検出信号⑧を出力する。

【0091】

この第4の実施の形態は、微弱な信号を直流変動除去信号增幅回路83により増幅し、振幅を大きくした状態で、振幅検出して振幅識別を行うため、より確実にバースト信号の有無の検出を行うことができる。

【0092】

なお、この実施の形態において、直流変動除去信号增幅回路83として、増幅器84Aの正相出力を、ピーク検出回路84Bと抵抗84Fを介して入力側に帰還するフィードバック型の自動閾値制御（A T C）回路を構成し、且つ、増幅器84Aの逆相出力を、抵抗84Eを介して入力側に帰還する増幅回路を用いていいるが、振幅識別回路の前に挿入する直流変動分除去機能を備えた増幅回路は、このような回路に限らず、様々な変形を行うことが可能である。

【0093】

図10は本発明の第4の実施の形態における識別レベル制御回路87Aの構成例を示す。識別レベル制御回路87Aは、図の（a）に示すように、基準電圧回

路101と、電流調整回路102と、電流输出回路103とから構成される。この識別レベル制御回路87Aも、利得の変動を識別レベルにより補償する点で、第3の実施の形態における識別レベル制御回路57Aと同様である。

【0094】

基準電圧回路101は、基準電圧源(BGR)101Aと、抵抗値 R_{R1} 、 R_{R2} の抵抗による分圧回路101Bとから構成され、電圧調整回路102は、演算増幅器102Aと、抵抗値 R_{I0} の可変抵抗102Bと、抵抗値 R_{I1} のサーミスタ102Cとから構成され、電流输出回路103は、振幅識別信号#2を出力するバッファ増幅器103A及び抵抗値 R_{out} の抵抗103Cと、振幅識別信号#2よりも低いレベルの振幅識別信号#1を出力するバッファ増幅器103B及び抵抗値 R_{out} の抵抗103Dとから構成される。

【0095】

この識別レベル制御回路87Aから出力される振幅識別信号#2及び振幅識別信号#1は、図8のコンパレータ85Aに、ピーク検出回路86A及びボトム検出回路86Bの出力と共に入力される。

【0096】

従って、コンパレータ85Aには、ピーク検出回路86Aのピーク検出レベル V_{PK} 及びボトム検出回路86Bのボトム検出レベル V_{BT} と、図10に示す識別レベル制御回路出力のバッファ増幅器103A、103Bの出力電圧 V_3 、 V_4 との分圧により得られる、⑥の振幅レベル#1(V_{REF1})及び⑦の振幅レベル#2(V_{REF2})が入力され、コンパレータ85Aはそれらの大小を比較する。

【0097】

振幅レベル V_{REF1} 、 V_{REF2} 及びその差 $V_{REF1} - V_{REF2}$ を、式で表すと以下のとおりである。

$$\begin{aligned} V_{REF1} &= (R_{out} * V_{PK} + R_{REF} * V_3) / (R_{out} + R_{REF}) \\ &= R_{out} * V_{PK} / (R_{out} + R_{REF}) + \{R_{REF} / (R_{out} + R_{REF})\} * \{ (R_{R1} * V_1 + R_{R2} * V_{DD}) / (R_{R1} + R_{R2}) \} \dots \text{(式3-1)} \end{aligned}$$

【0098】

$$V_{REF2} = (R_{out} * V_{BT} + R_{REF} * V_4) / (R_{out} + R_{REF})$$

$$= R_{out} * V_{VT} / (R_{out} + R_{REF}) + \{ R_{REF} / (R_{out} + R_{REF}) \} * \{ R_{I1} / (R_{I0} + R_{I1}) \} * \{ (R_{R1} * V_1 + R_{R2} * V_{DD}) / (R_{R1} + R_{R2}) \} \dots \text{ (式3-2)}$$

【0099】

$$V_{REF1} - V_{REF2} = \{ R_{out} / (R_{out} + R_{REF}) \} * (V_{PK} - V_{BT}) - \{ R_{REF} / (R_{out} + R_{REF}) \} * \{ R_{I0} / (R_{I0} + R_{I1}) \} * \{ (R_{R1} * V_1 + R_{R2} * V_{DD}) / (R_{R1} + R_{R2}) \} = \{ R_{out} / (R_{out} + R_{REF}) \} * (V_{PK} - V_{BT}) - \Delta V_{REF} \dots \text{ (式3-3)}$$

【0100】

前述の図7に示す第3の実施の形態における識別レベル制御回路では、(式2)を参照すると明らかなように、識別レベル V_{REF} は、LSIの外部に接続する外付け抵抗 R_{I0} , R_{I1} と、LSI内部の抵抗 R_{REF} との比に依存するために、内部と外部の温度差によってその抵抗比が異なり、動作環境の温度によって識別レベルが変動してしまうのに対し、図10に示す識別レベル制御回路を用いた場合、コンパレータに入力される電圧は、(式3-3)から分かるように、LSI内部の抵抗同士及び外付けの外部抵抗同士の抵抗比の項となるため、LSIの内部と外部の温度差やその変化に対して安定で、高い精度の識別レベル制御を行うことが可能である。

【0101】

なお、前述の電圧調整回路102の代わりに、図10の(b)に示すように、演算增幅器102Aと、可変抵抗102Dと、二つのサーミスタ102E, 102Fから構成される電圧調整回路102'により、振幅識別信号#1及び振幅識別信号#2の両者に対して温度補償を行い、より精度の良い温度補償を行う構成とすることができます。

【0102】

図11は本発明の第5の実施の形態の構成を示し、図12はその動作波形を示す。この第5の実施の形態は、直流変動除去回路にマスタースレーブ型の自動閾値制御(ATC)回路を使用したもので、そのほかの構成は、図5に示した第3

の実施の形態と同様であり、同一の構成要素には同一の符号を付し、重複した説明は省略する。

【0103】

前述のボトム検出回路と差動増幅回路とを用いた直流変動除去回路では、ボトム検出から出力する直流変動検出信号が、入力信号の中央レベルでないため、差動増幅回路の利得を上げると、出力信号のハイレベル（“1”）側が飽和してパルス幅が劣化するという問題が生じる。

【0104】

これに対し、図11に示す実施の形態の直流変動除去信号增幅回路111におけるマスタースレーブ型自動閾値制御（ATC）回路112は、ピーク検出回路112Aとボトム検出回路112Bと分圧回路112Cとにより構成し、且つ、ピーク検出回路112Aは、ボトム検出レベルからの相対的な最大レベルを検出してピーク検出レベルを出力するように構成する。

【0105】

そして、分圧回路112Cによる、ボトム検出レベルとピーク検出レベルとの中央のレベルを、差動増幅回路12Bの閾値信号として設定するため、直流変動に追従しつつ、入力信号の中央レベルに閾値信号を設定することができ、差動増幅回路12Bの利得を上げてもパルス幅劣化を生じない。

【0106】

図12は図11に示した第5の実施の形態の動作波形の例を示し、図の（a）は直流変動除去信号增幅回路111の波形応答、図の（b）は振幅識別回路55におけるピーク検出回路16Aとボトム検出回路56Bと識別レベル制御回路57Aの応答波形、図の（c）は振幅識別回路55におけるコンパレータ15Aの応答波形を示している。

【0107】

直流変動除去信号增幅回路111には、前置増幅回路11から図12の（a）の点線で示す信号①が入力され、直流変動除去信号增幅回路111のボトム検出回路112Bは、そのボトムレベル③を検出して出力する。

【0108】

ピーク検出回路112Aは、ボトムレベル③からの相対的なピークレベル②を検出して出力し、分圧回路112Cは、ピークレベル②とボトムレベル③の中央のレベル④を、自動閾値制御（ATC）回路112の出力信号として出力する。

【0109】

また、振幅識別回路55には、直流変動除去信号増幅回路111から、図12の（b）の点線で示す信号⑤が入力され、振幅識別回路55内のピーク検出回路116Aは、図12の（b）のピーク検出レベル⑥を出力する。

【0110】

振幅識別回路55のボトム検出回路56Bは、図12の（b）のボトム検出レベル⑦を出力し、そのボトムレベル⑦を、識別レベル制御回路57A及び抵抗57Bにより一定レベルシフトした図12の（b）の識別レベル⑧がコンパレータ15Aに入力される。

【0111】

そして、コンパレータ15Aは、振幅検出回路56のピーク検出回路116Aから出力されるピークレベル⑥が識別レベル⑧を超えたとき、図6の（c）に示すようにバースト信号有りの検出信号⑨を出力する。

【0112】

図13は第5の実施の形態におけるマスタースレーブ型自動閾値制御（ATC）回路の構成例を示す。マスタボトム検出回路112Bは、増幅器132Aとバッファ増幅器132Bとダイオード132Cとキャパシタ132Dとにより構成され、絶対的な最小レベルを検出する。

【0113】

スレーブピーク検出回路112Aは、増幅器131Aとバッファ増幅器131Bとダイオード131Cとキャパシタ131Dとにより構成され、且つ、マスタボトム検出回路112Bの出力を、キャパシタ131Dの一端に接続することにより、ボトム検出レベルからの相対的な最大レベルを検出する。

【0114】

この第5の実施の形態は、フォトダイオード（PD）の低周波応答による直流レベル変動を、まず、マスタボトム検出回路112Bで検出し、スレーブピーク

検出回路112Aの出力を、該ボトム検出レベルに追従させ、それらを分圧回路112Cにより分圧し、自動閾値制御（A T C）回路の生成する閾値レベルを、直流レベル変動に追従させつつ、入力信号の振幅の中央レベルに設定することが可能である。

【0115】

図14は第5の実施の形態における識別レベル制御回路の構成例を示す。この識別レベル制御回路は、温度基準電圧回路144と基準電圧源（B G R）141Aと差動増幅回路145と分圧回路141Bとから成る基準電圧回路141と、電圧調整回路142と、カレントミラー回路143とにより構成される。

【0116】

この識別レベル制御回路は、最終段のカレントミラー回路143から基準電流 I_0 を出力し、ボトム検出レベルをシフトして識別レベルを与える点で前述の第3の実施の形態における識別レベル制御回路等と同様である。

【0117】

図14に示す識別レベル制御回路は、識別レベルに温度傾斜を持たせるために、外付けのサーミスタでなく、LSI内部の電界効果トランジスタ（FET）回路による温度基準電圧回路144を利用している。これにより、外付け部品を削減し、簡易な構成とすることが可能である。

【0118】

コンパレータ15Aに与えられる識別レベル V_{REF} は、以下の（式4-1）、（式4-2）で表され、（式4-2）の V_2 の項が温度傾斜、 V_{DD} の項が電源電圧傾斜を与える。

【0119】

$$V_{REF} = V_{BT} + I_0 * R_{REF} = V_{BT} + \{V_0 / (R_{I0} + R_{I1})\} * R_{REF} \quad \dots \quad (式4-1)$$

$$V_0 = \{R_{R4} / (R_{R3} + R_{R4})\} * (R_{R2} / R_{R1}) * V_1 - \{R_{R4} / (R_{R3} + R_{R4})\} * (R_{R2} / R_{R1}) * V_2 + \{R_{R3} / (R_{R3} + R_{R4})\} * V_{DD} \quad \dots \quad (式4-2)$$

【0120】

ここで、 V_0 は基準電圧回路 141 の出力電圧、 V_1 は基準電圧源 (BGR) 141A の出力電圧、 V_2 は温度基準電圧回路 144 から得られる温度基準電圧、 V_{DD} は電源電圧である。

【0121】

温度基準電圧 V_2 は、以下の (式5) のように MOS-FET の利得係数 β に反比例する形で表される。MOS-FET の利得係数 β の温度係数は負であるため、温度基準電圧 V_2 の値の温度係数は正となる。

$$V_2 = (1/R) * (2/\beta) * \{1 - \sqrt{(1/k)}\} \quad \dots \quad (\text{式5})$$

【0122】

図15は本発明の第6の実施の形態の構成を示し、図16はその動作波形を示す。この第6の実施の形態は、直流変動除去信号增幅回路 151 の差動增幅回路 12B で入力信号を增幅した後に、更に、増幅器 153 により増幅し、振幅識別回路 155 に入力している。従って、微弱な入力信号を増幅し、振幅を拡大した状態で振幅識別を行うため、更に確実にバースト信号の有無を検出することができる。

【0123】

また、直流変動除去信号增幅回路 151 の自動閾値制御 (ATC) 回路 152において、ボトム検出回路 152B から出力されるボトムレベルと入力信号レベルとを、分圧回路 152C により分圧した中央レベルを、ピーク検出回路 152A に入力してそのピーク検出出力を閾値信号としている。このように、振幅識別を行う前に挿入する増幅回路は様々に構成することが可能である。

【0124】

また、この実施の形態では、コンパレータ 15A の出力から、その入力に抵抗 155A により正帰還をかけ、ピーク検出回路 16A の出力を、抵抗 155B を介してコンパレータ 15A に入力することにより、ヒステリシスを設定している。ヒステリシスを設定することにより、振幅検出回路 56 の出力信号が微弱で雑音の影響を受けやすい場合でも、雑音の影響を除去し、確実にバースト信号の有無を検出することができる。

【0125】

図16は図15に示した第6の実施の形態の動作波形の例を示し、図の(a)は直流変動除去信号増幅回路151の波形応答、図の(b)は振幅識別回路155におけるピーク検出回路16Aとボトム検出回路56Bと識別レベル制御回路57Aの応答波形、図の(c)は振幅識別回路155におけるコンパレータ15Aの応答波形を示している。

【0126】

直流変動除去信号増幅回路151には、前置増幅回路11から図16の(a)の点線で示す信号①が入力され、直流変動除去信号増幅回路151のボトム検出回路152Bは、そのボトムレベル③を検出して出力する。

【0127】

ピーク検出回路152Aには、分圧回路152Cによるボトムレベル③と入力信号①との中央レベル②が入力され、そのピークレベルが自動閾値制御(ATC)回路の出力④として出力される。図16の(b)及び(c)の波形応答は、図12の(b)及び(c)に示したものと同様であるので、重複した説明は省略する。

【0128】

図17は第6の実施の形態におけるマスタースレーブ型自動閾値制御(ATC)回路の構成例を示す。マスタボトム検出回路172は、絶対的な最小レベルを検出し、分圧回路173はボトム検出レベルと入力信号レベルの1/2の分圧レベルを発生する。

【0129】

スレーブピーク検出回路171のピークレベル検出用キャパシタ171Dの一端は、マスタボトム検出回路172の出力に接続されており、そのため、ボトム検出レベルからの相対的な振幅中央レベルをピークレベルとして検出する。

【0130】

図18は第6の実施の形態における識別レベル制御回路の構成例を示す。この構成例は、温度基準電圧回路186と基準電圧源(BGR)181Aと差動増幅回路185と分圧回路181Bとから成る基準電圧回路181と、電圧調整回路182と、電流源回路183とカレントミラー回路184とにより構成され、図

14に示す実施の形態における識別レベル制御回路の構成例と比べて簡易な構成で、内部FETによる温度基準電圧 V_2 を生成している。

【0131】

また、この識別レベル制御回路の構成例では、識別レベル V_{REF} は以下の（式6）で表され、第4の及び第5の実施の形態における識別レベル制御回路の構成例と同様に、内部抵抗同士及び外部抵抗同士の分圧により識別レベルが決定されるため、高い精度の識別レベルの調整を行うことが可能である。

$$V_{REF} = V_{BT} + I_0 * R_{REF} = V_{BT} + \{R_{I1} / (R_{I0} + R_{I1})\} * (V_0 / R_{I3}) * R_{REF} \quad \dots \quad (\text{式6})$$

温度基準電圧 V_2 は、以下の（式7）のように、MOSの利得計数 β の平方根に反比例する形で表される。

$$V_2 = \{1 - \sqrt{(1/k)}\} * \sqrt{(2 * I_D / \beta)} \quad \dots \quad (\text{式7})$$

【0132】

図19は本発明の第7の実施の形態の構成を示し、図20はその動作波形を示す。この第7の実施の形態は、振幅識別回路195の振幅検出回路196にマスタースレーブ型のピーク検出回路196Aとボトム検出回路196Bとを用い、該振幅検出回路196で直流レベル変動を除去する構成である。

【0133】

マスタースレーブ型のピーク検出回路196Aとボトム検出回路196Bとは、図13又は図17に示した回路構成と同様に構成することができる。また、振幅識別回路195の入力信号を、前置増幅器11の出力信号としている以外は、図11に示した構成例と同様であるので、同一の構成要素には同一の符号を付し、重複した説明は省略する。

【0134】

図20は第7の実施の形態の動作波形を示し、図の（a）は振幅識別回路195における各回路の応答波形、図の（b）は振幅識別回路195におけるコンパレータ15Aの応答波形を示す。

【0135】

振幅識別回路195には、前置増幅回路11から、図の（a）の点線で示す入

力信号①が入力され、マスタボトム検出回路196Bは、ボトム検出レベル③を出力し、ピーク検出回路196Aは、ボトム検出レベル③からの相対的なピークレベル②を検出し出力する。

【0136】

ボトム検出レベル③を識別レベル制御回路57Aにより一定レベルシフトした識別レベル④が、コンパレータ15Aに入力され、コンパレータ15Aは、該識別レベル④とピークレベル②とを比較し、ピークレベル②が識別レベル④を超えたときに、バースト信号有りの検出信号⑤を出力する。

【0137】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、入力信号の振幅検出を行う前段に直流変動除去回路を備え、直流レベル変動を除去して振幅識別を行うことにより、入力信号の直流レベル変動によらず、高精度にバースト信号の有無を検出することができ、フォトダイオード(PD)の低周波応答等による信号レベルの変動によるバースト信号の誤検出を防ぎ、微弱な入力信号に対しても、正確にバースト信号の有無を検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施の形態の構成図である。

【図2】

本発明の第1の実施の形態の動作波形図である。

【図3】

本発明の第1の実施の形態におけるボトム検出回路及び識別レベル制御回路の構成図である。

【図4】

本発明の第2の実施の形態の構成図である。

【図5】

本発明の第3の実施の形態の構成図である。

【図6】

本発明の第3の実施の形態の動作波形図である。

【図7】

本発明の第3の実施の形態における識別レベル制御回路の構成図である。

【図8】

本発明の第4の実施の形態の構成図である。

【図9】

本発明の第4の実施の形態の動作波形図である。

【図10】

本発明の第4の実施の形態における識別レベル制御回路の構成図である。

【図11】

本発明の第5の実施の形態の構成図である。

【図12】

本発明の第5の実施の形態の動作波形図である。

【図13】

本発明の第5の実施の形態におけるマスタースレーブ型自動閾値制御（ATC）回路の構成図である。

【図14】

本発明の第5の実施の形態における識別レベル制御回路の構成図である。

【図15】

本発明の第6の実施の形態の構成図である。

【図16】

本発明の第6の実施の形態の動作波形図である。

【図17】

本発明の第6の実施の形態におけるマスタースレーブ型自動閾値制御（ATC）回路の構成図である。

【図18】

本発明の第6の実施の形態における識別レベル制御回路の構成図である。

【図19】

本発明の第7の実施の形態の構成図である。

【図20】

本発明の第7の実施の形態の動作波形図である。

【図21】

従来のバースト信号検出回路の説明図である。

【図22】

従来のバースト信号検出回路の動作波形図である。

【図23】

受光素子の周波数応答とバースト信号の直流レベル変動の説明図である。

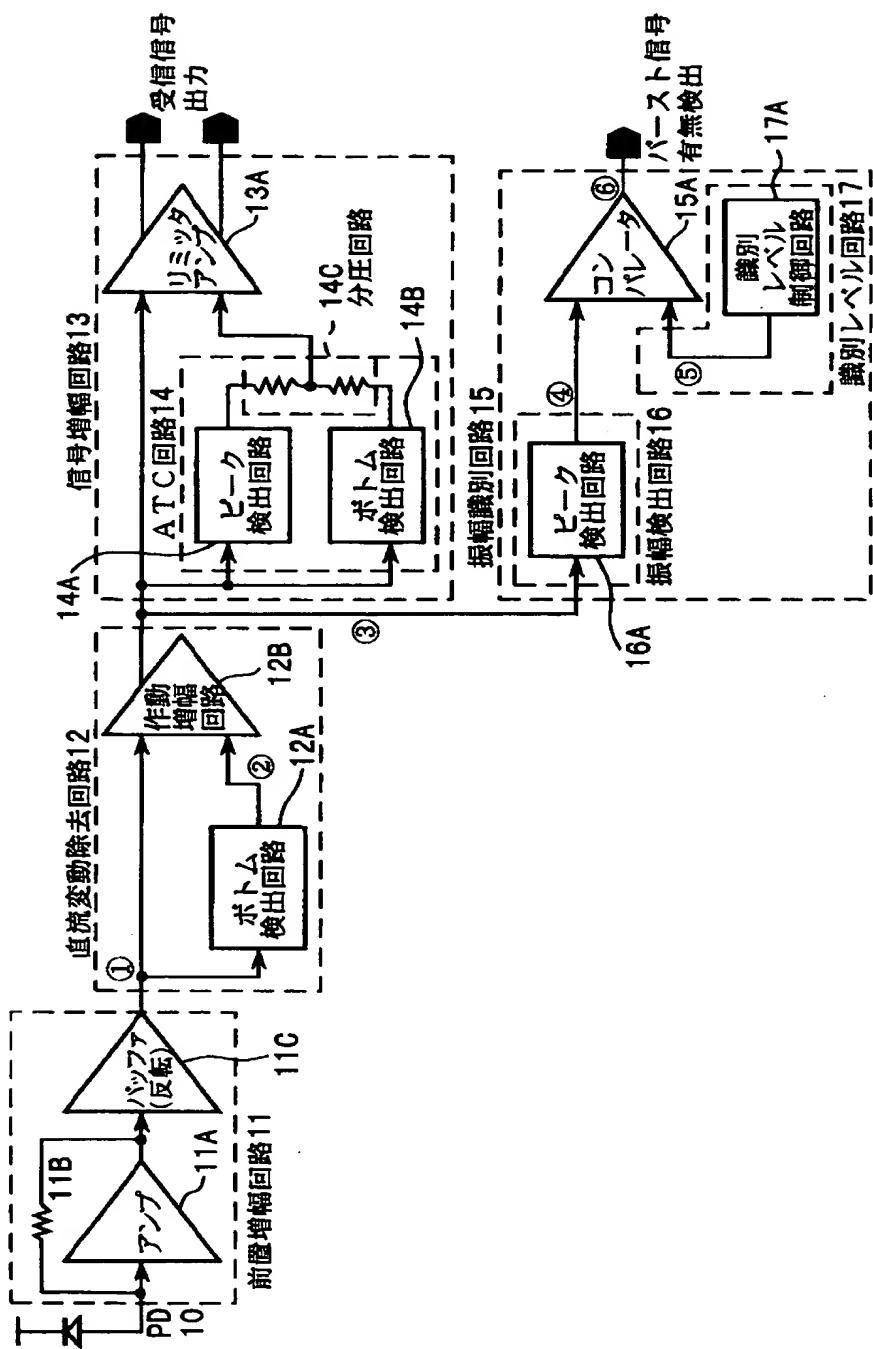
【符号の説明】

- 1 0 フォトダイオード (P D)
- 1 1 前置増幅回路
- 1 2 直流変動除去回路
- 1 3 信号増幅回路
- 1 4 自動閾値制御 (A T C) 回路
- 1 5 振幅識別回路
- 1 6 振幅検出回路
- 1 7 識別レベル回路
- 1 1 A 増幅器
- 1 1 B 抵抗
- 1 1 C 反転用バッファ増幅器
- 1 2 A ボトム検出回路
- 1 2 B 差動増幅回路
- 1 3 A リミッタ増幅器
- 1 4 A ピーク検出回路
- 1 4 B ボトム検出回路
- 1 4 C 分圧回路
- 1 5 A コンパレータ
- 1 6 A ピーク検出回路
- 1 7 A 識別レベル制御回路

【書類名】 図面

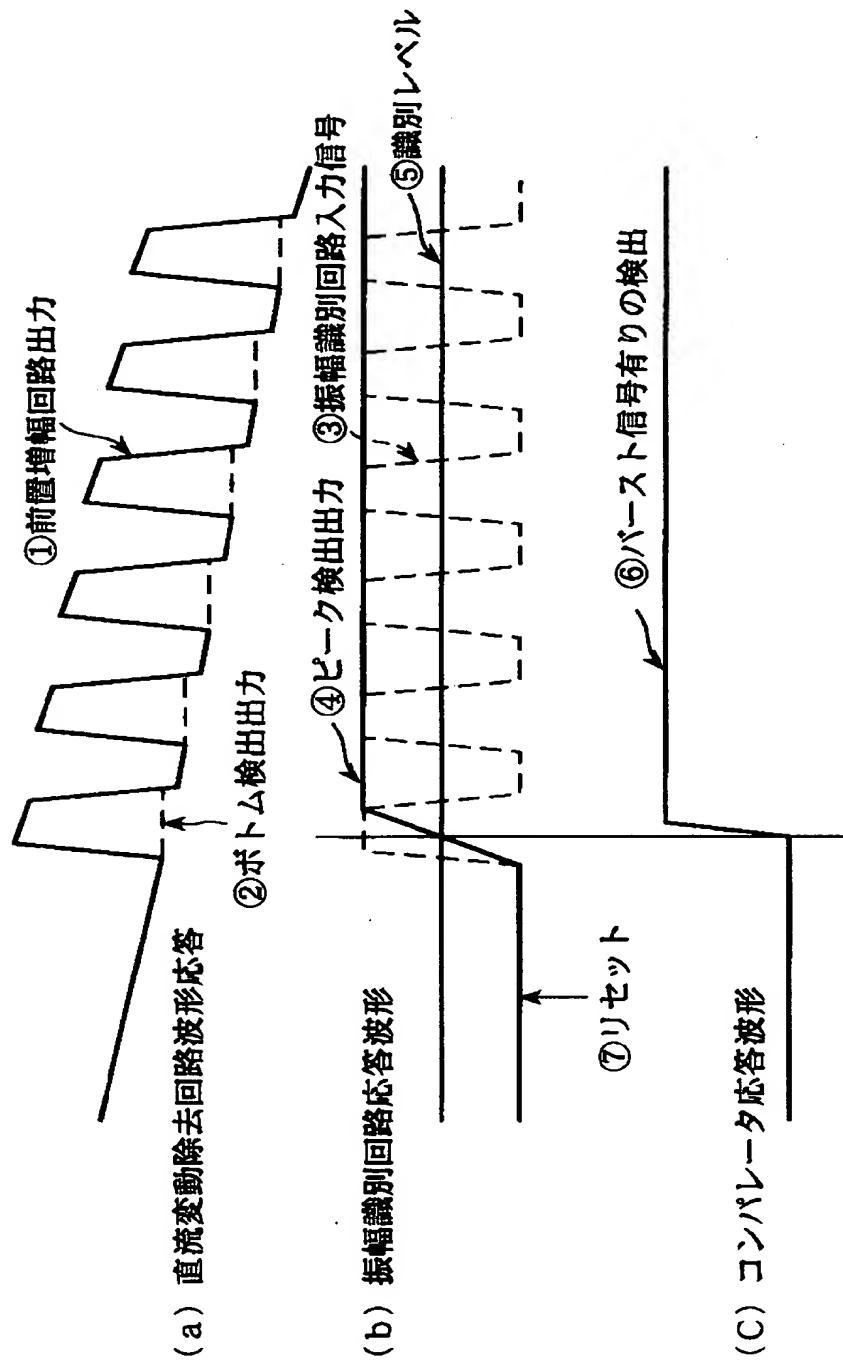
【図1】

本発明の第1の実施の形態の構成図



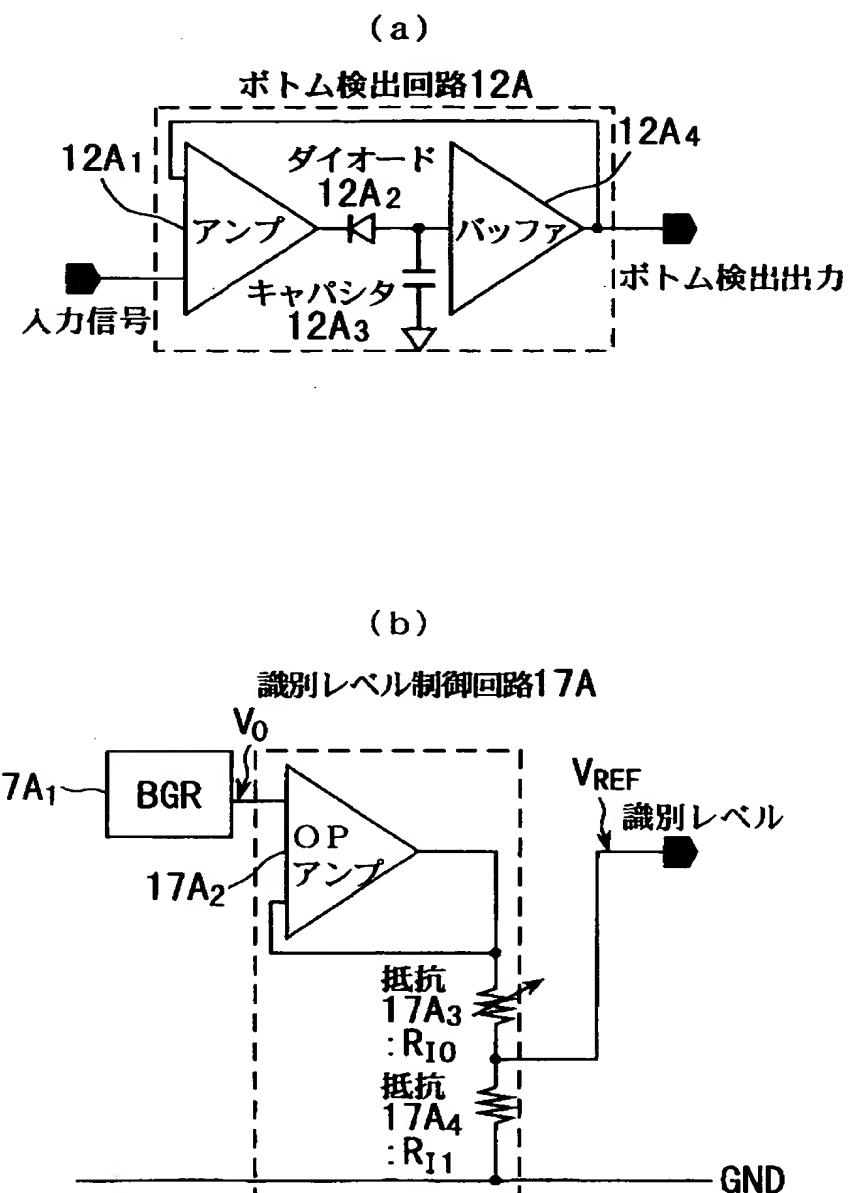
【図2】

本発明の第1の実施の形態の動作波形図



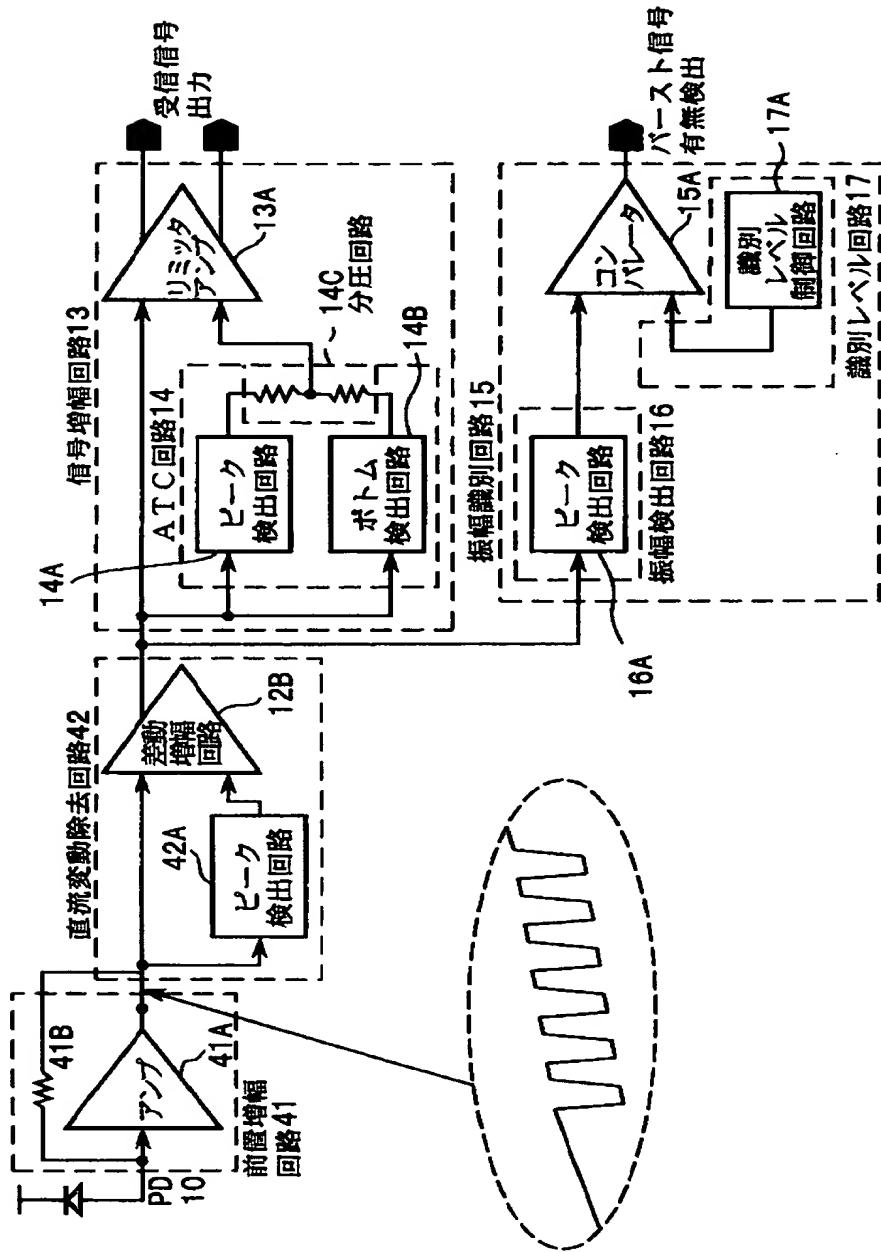
【図3】

本発明の第1の実施の形態におけるボトム検出回路及び識別レベル制御回路の構成図



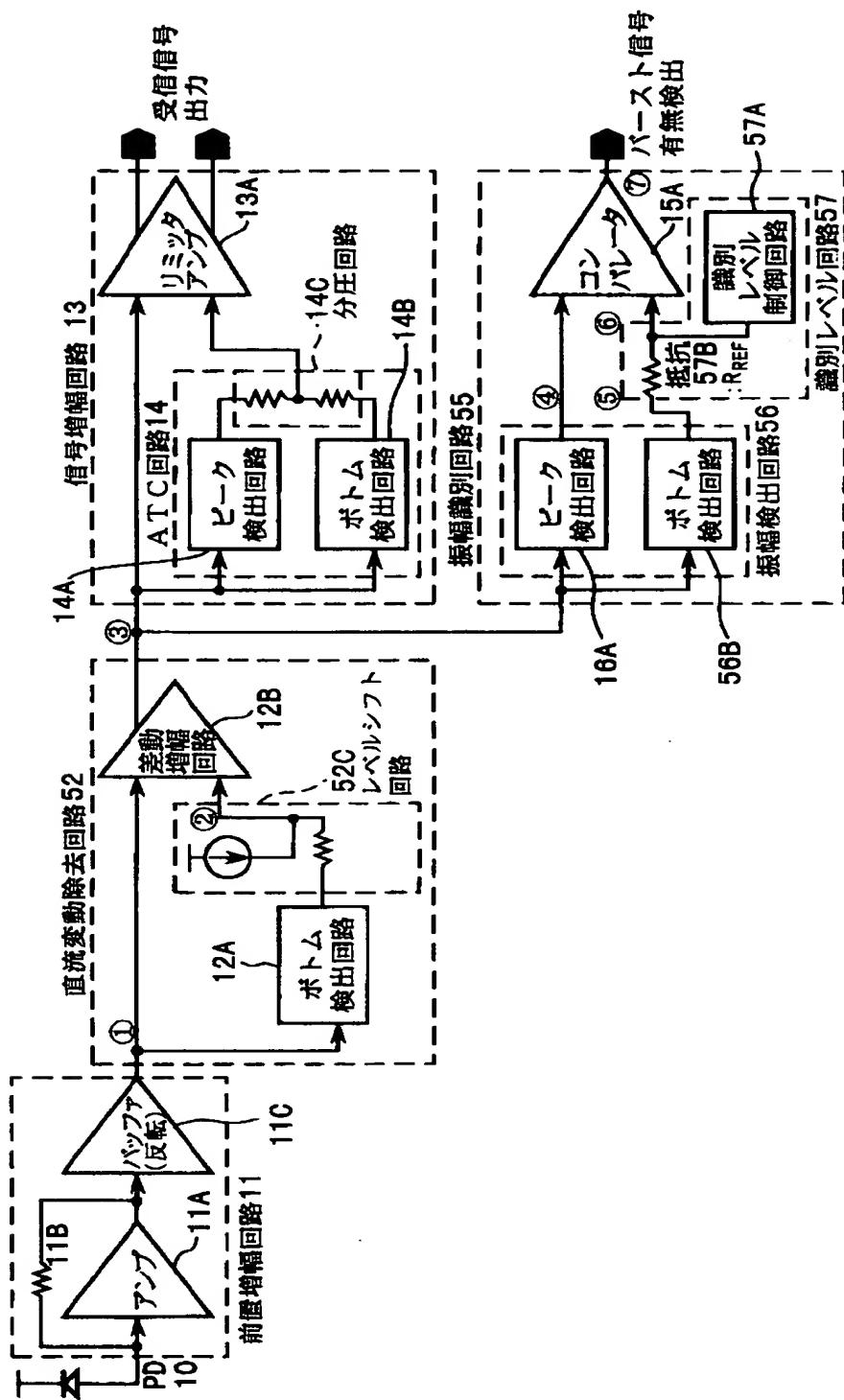
【図4】

本発明の第2の実施の形態の構成図



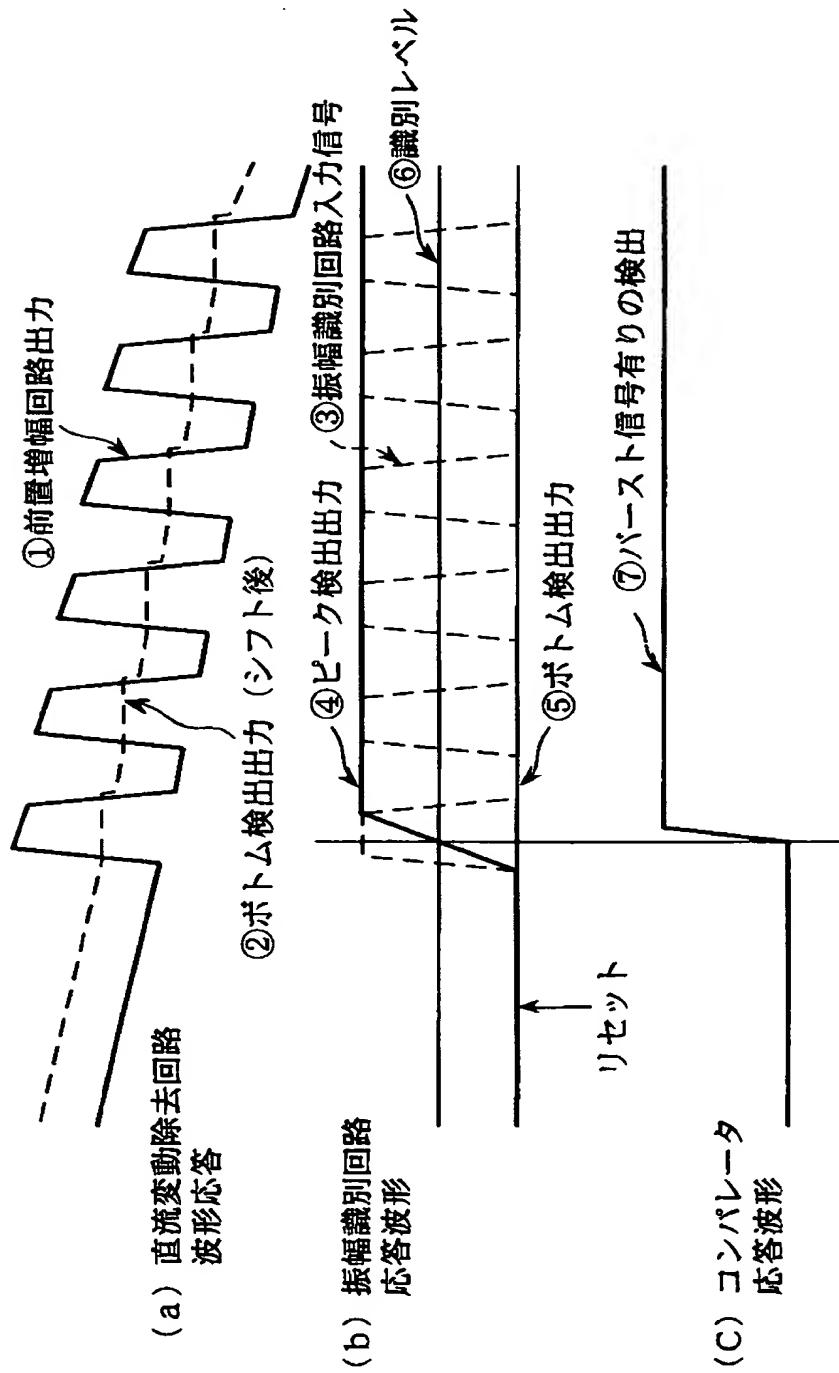
【図5】

本発明の第3の実施の形態の構成図



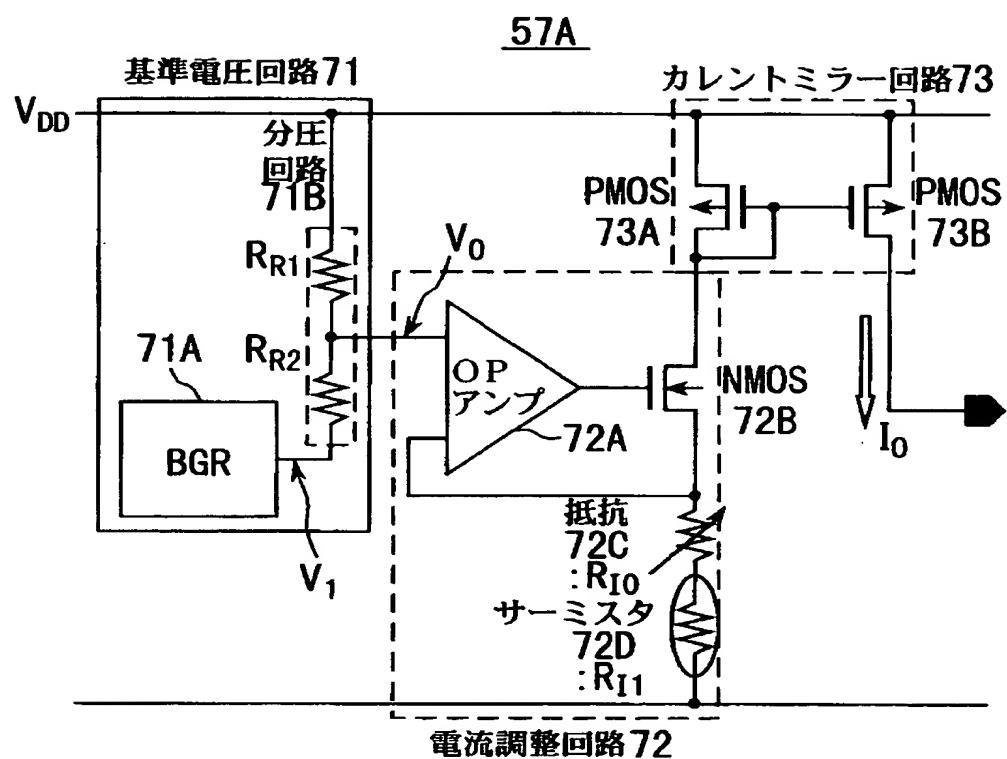
【図6】

本発明の第3の実施の形態の動作波形図



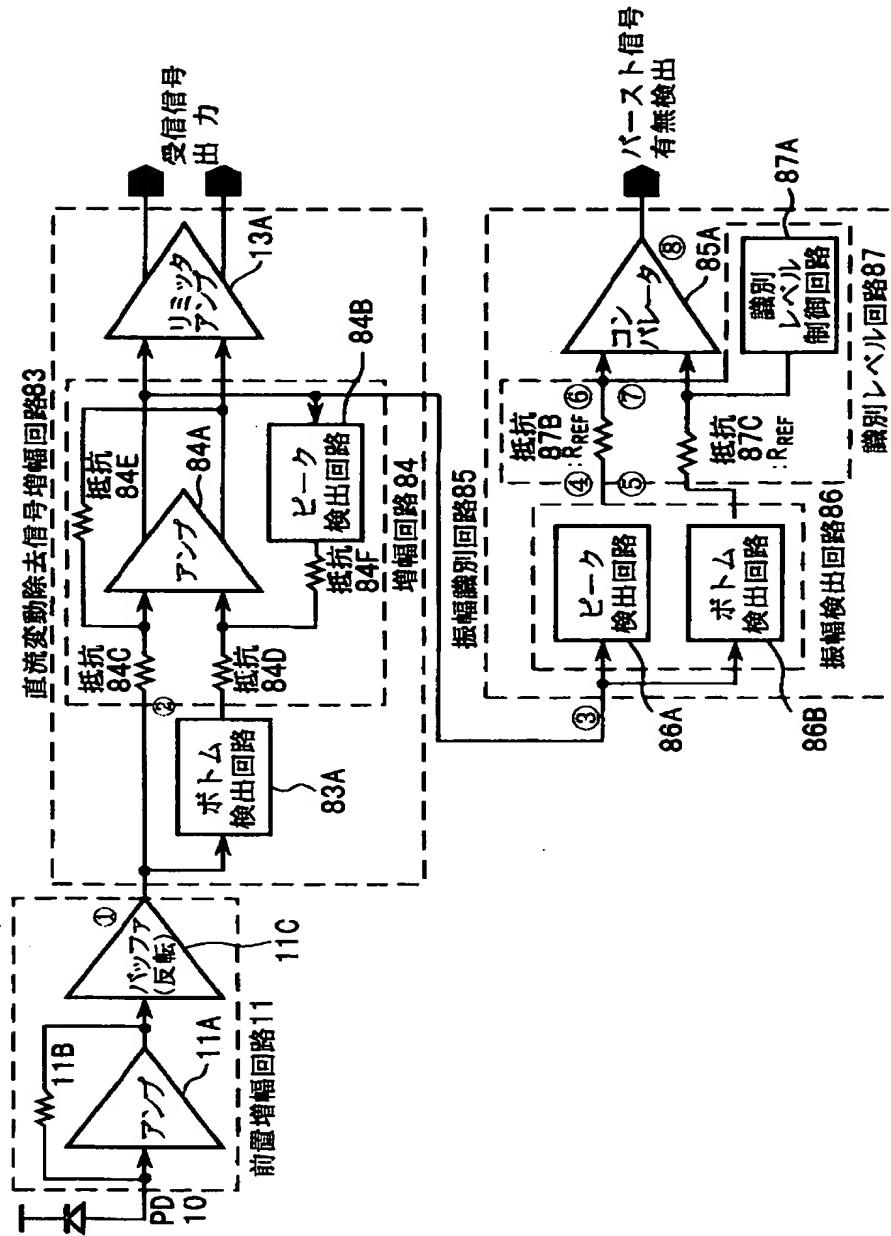
【図7】

本発明の第3の実施の形態における識別レベル制御回路の構成図



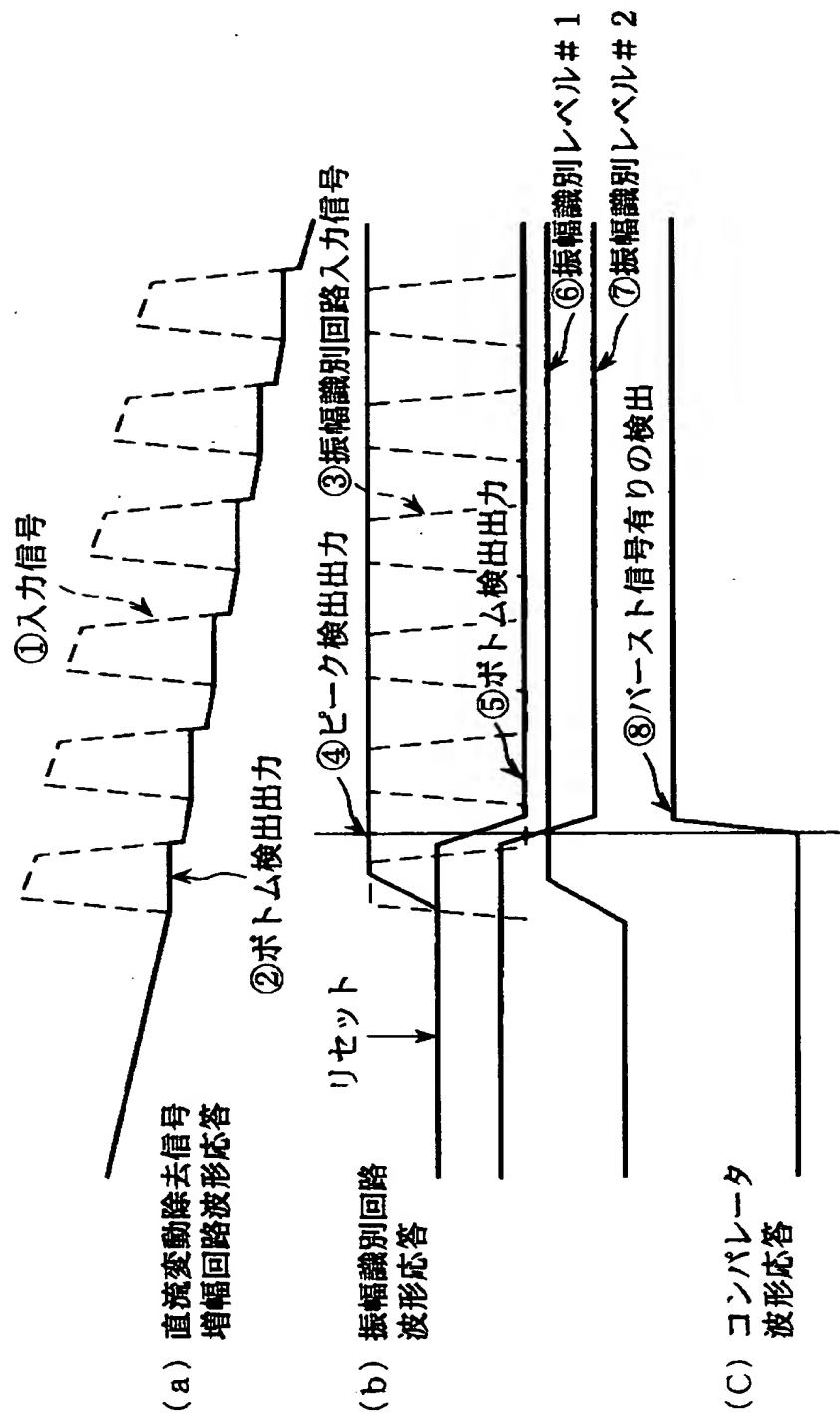
【図8】

本発明の第4の実施の形態の構成図



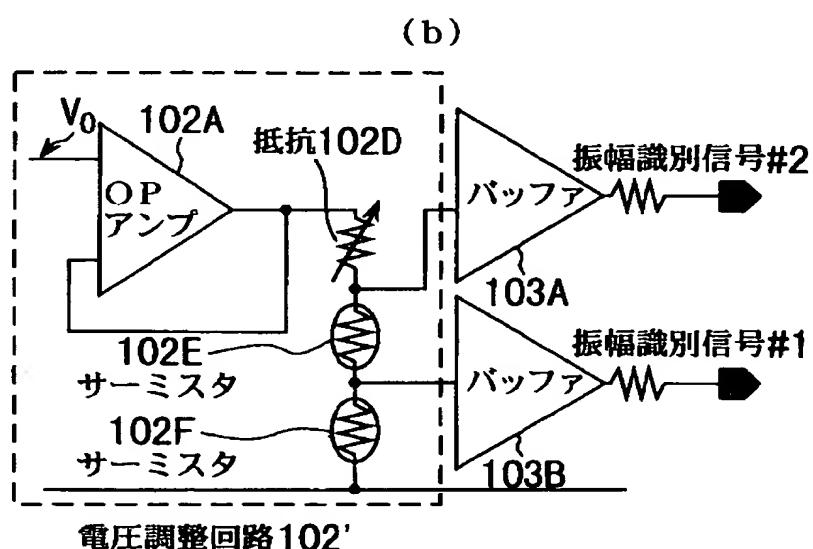
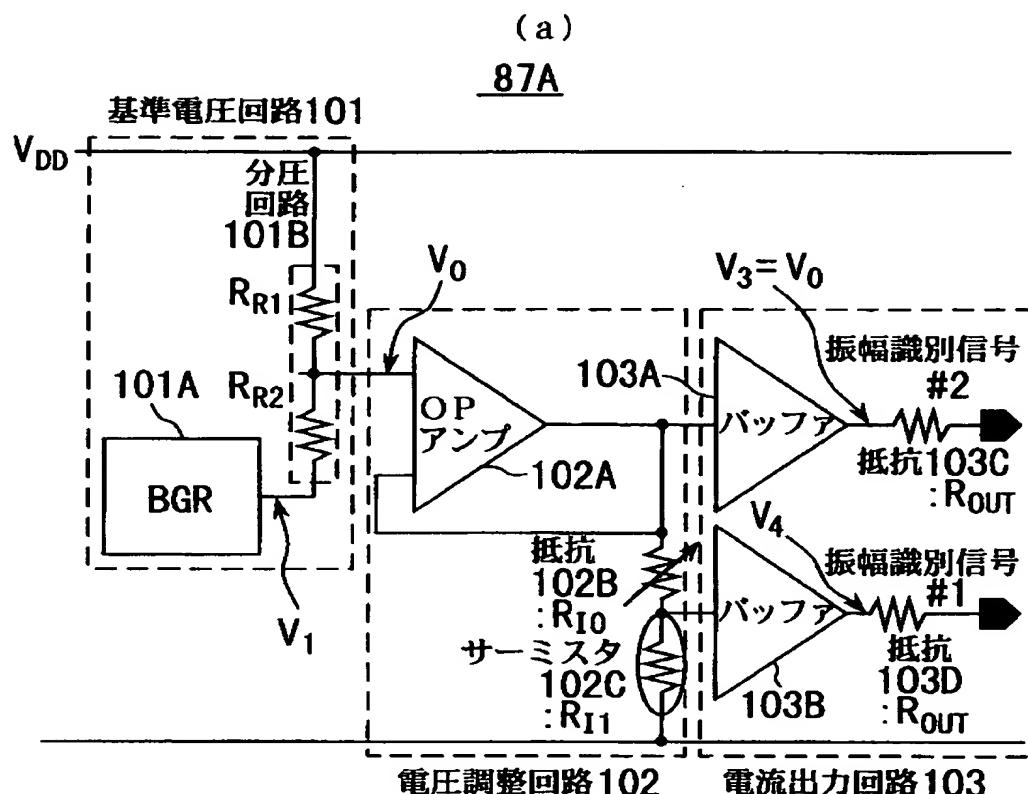
【図9】

本発明の第4の実施の形態の動作波形図



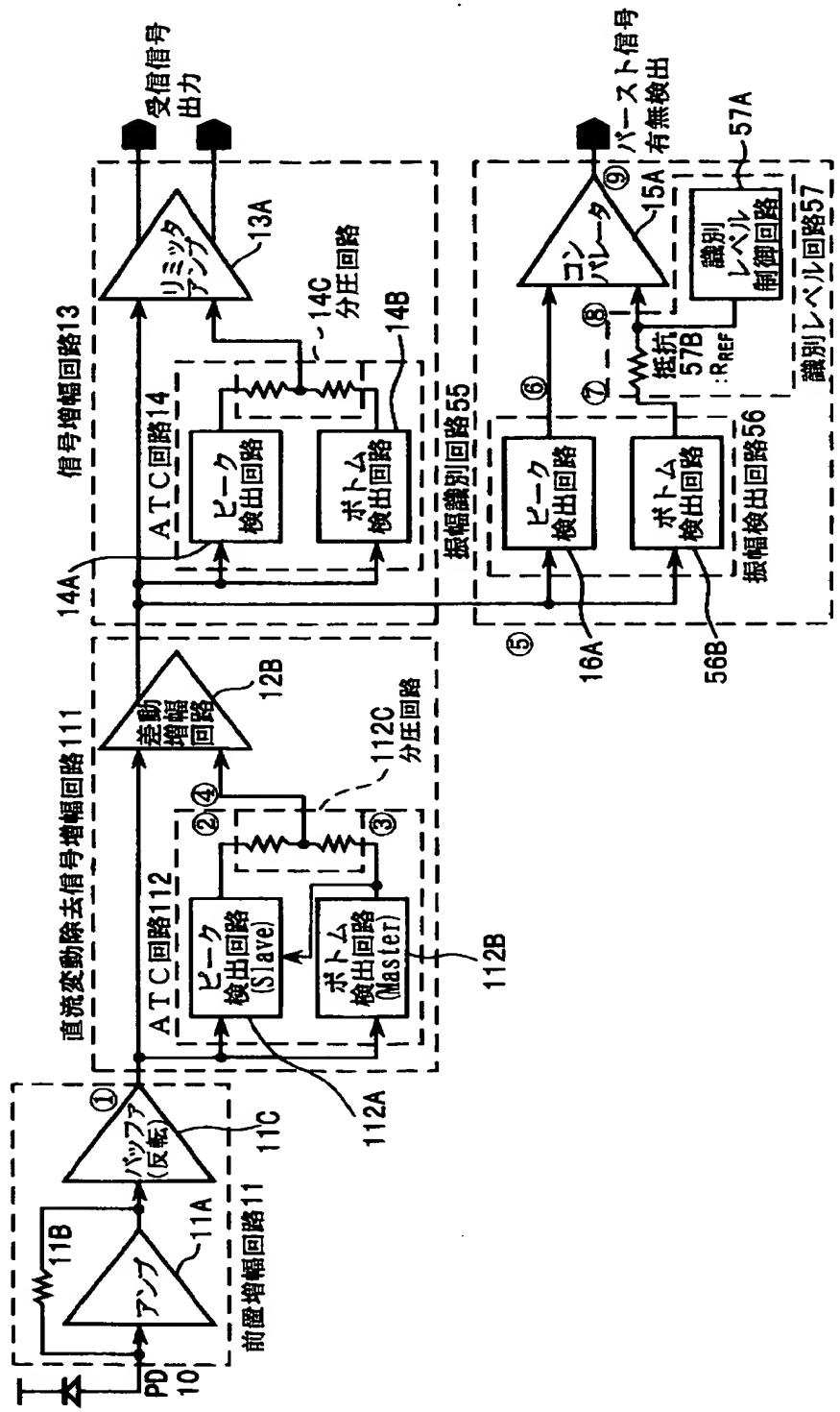
【図10】

本発明の第4の実施の形態における識別レベル制御回路の構成図



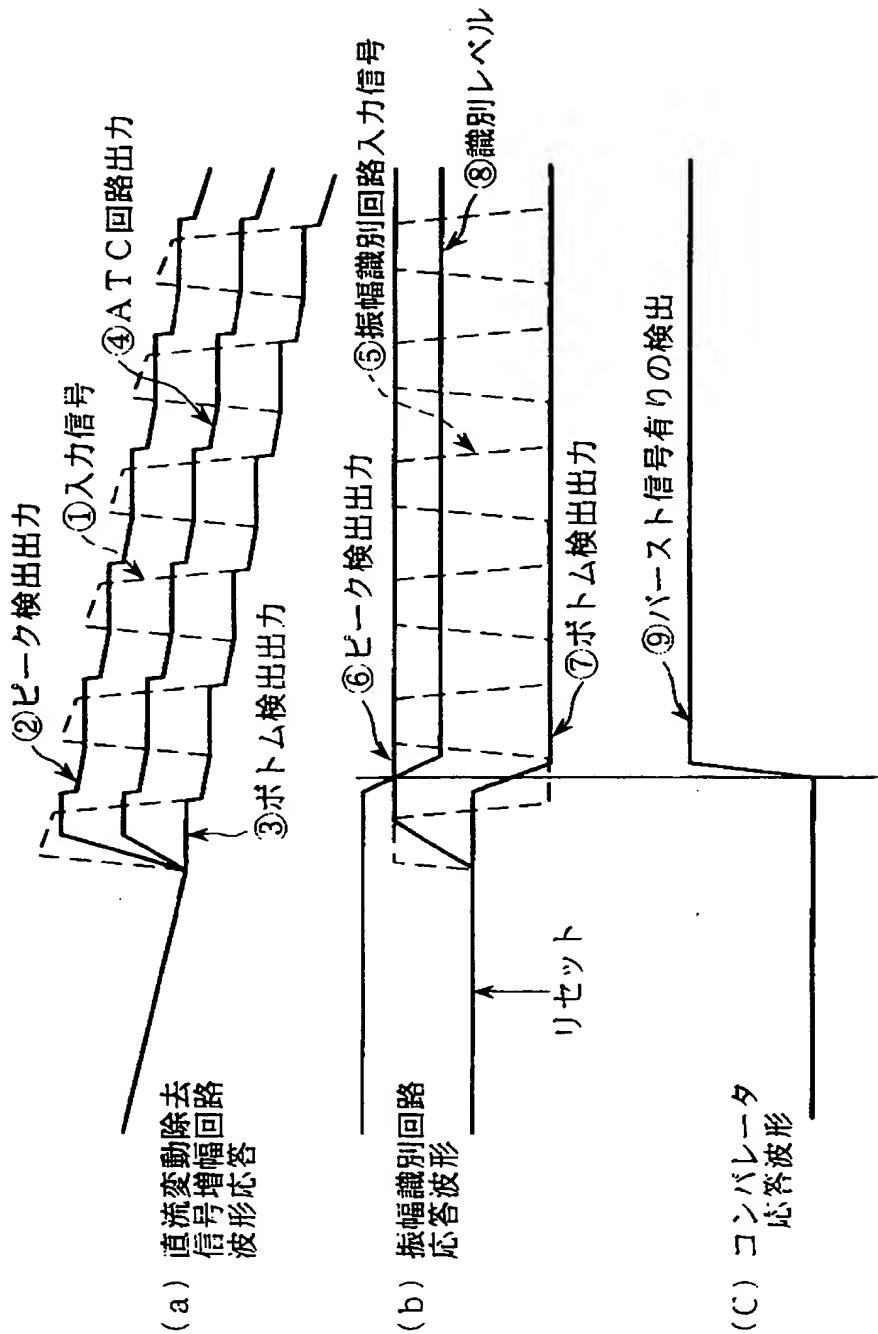
【図11】

本発明の第5の実施の形態の構成図



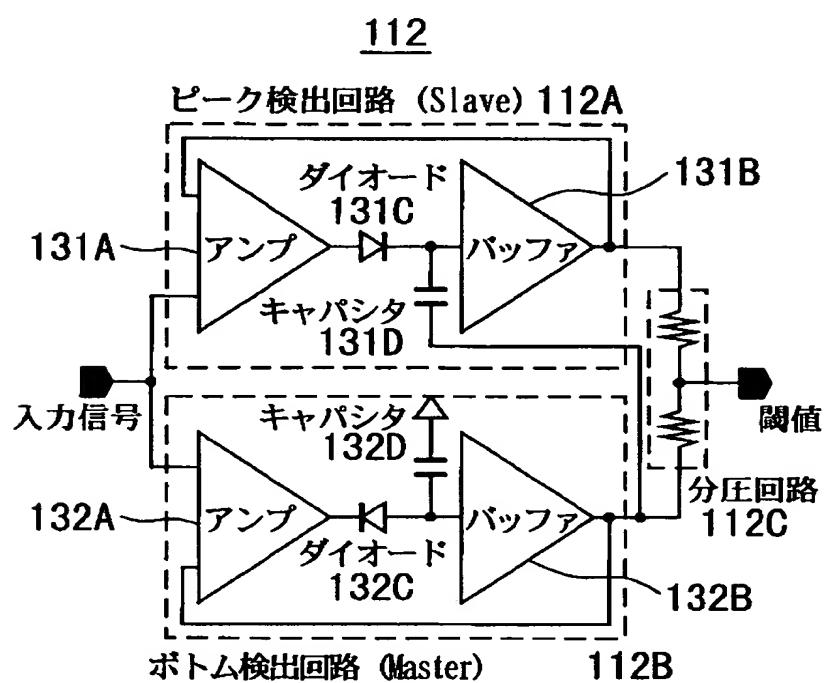
【図12】

本発明の第5の実施の形態の動作波形図



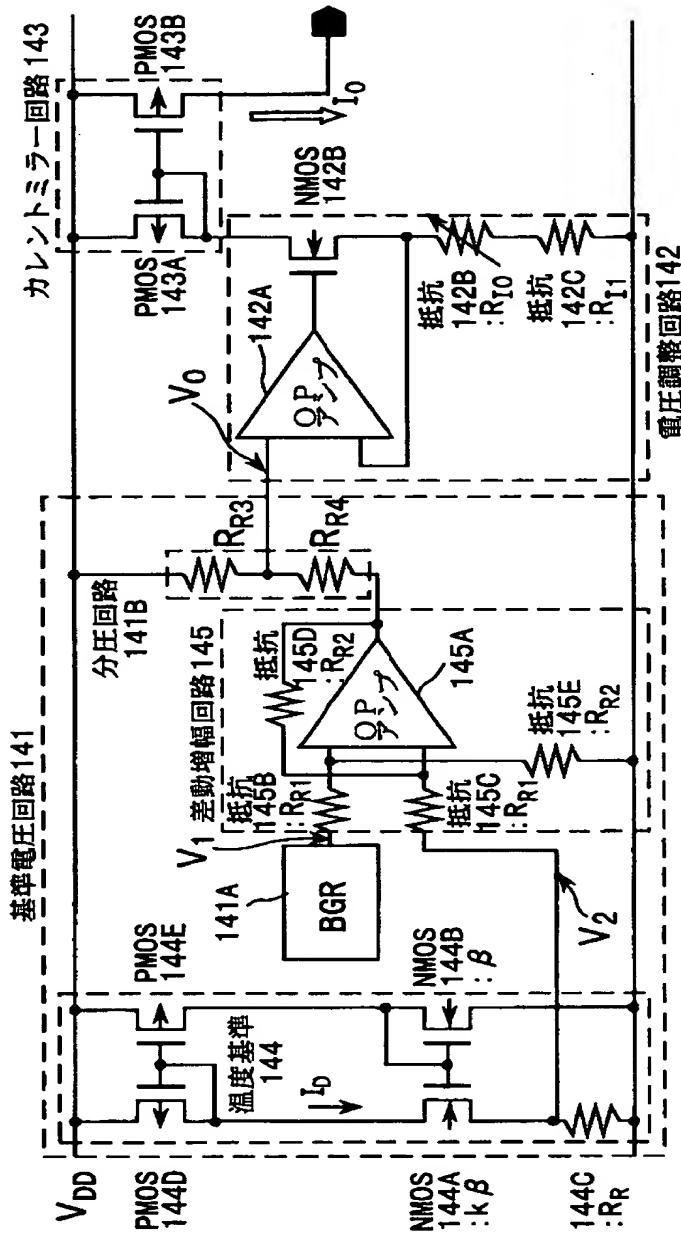
【図13】

本発明の第5の実施の形態におけるマスタースレーブ型
自動閾値制御 (ATC) 回路の構成図



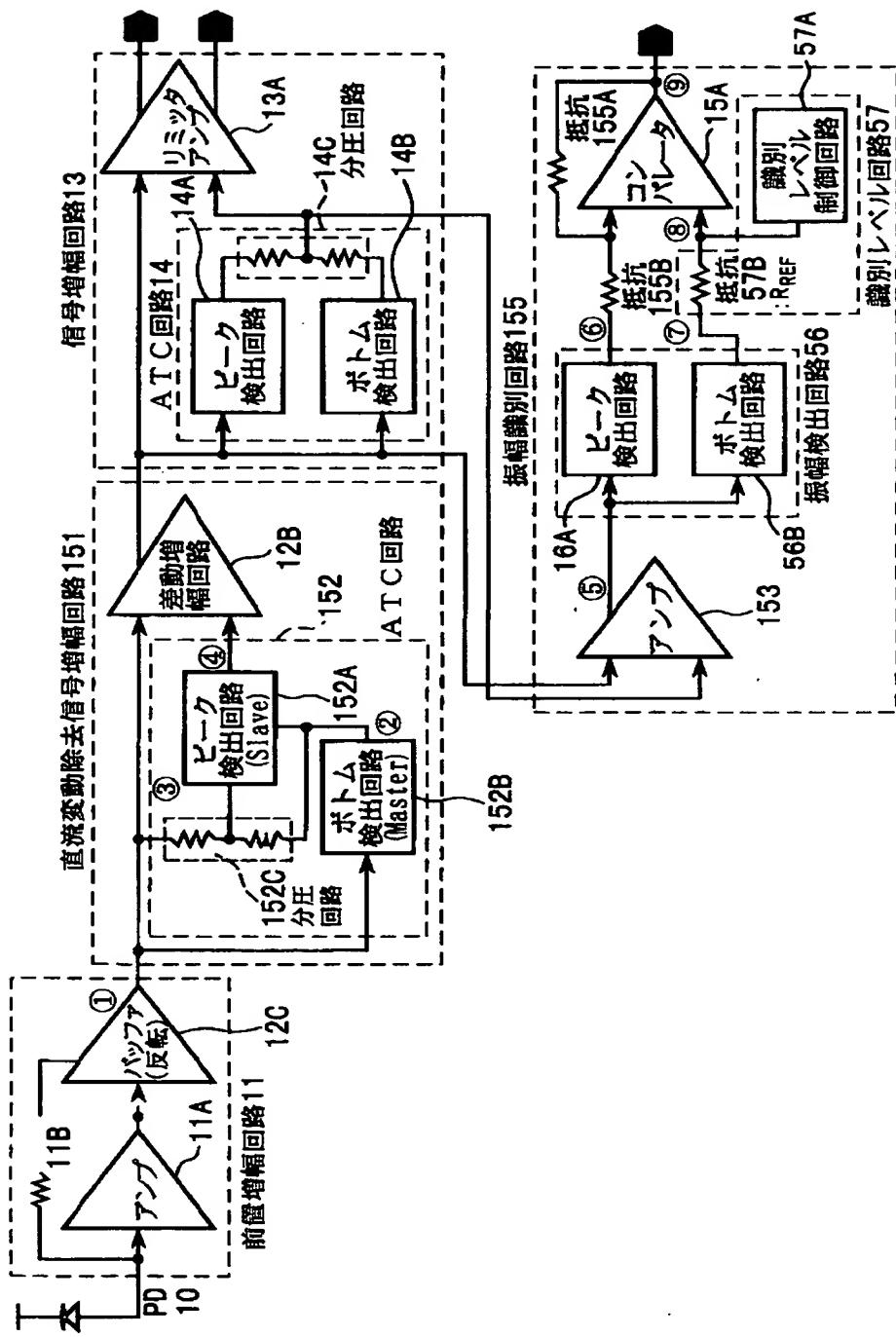
【図14】

本発明の第5の実施の形態における識別レベル制御回路の構成図



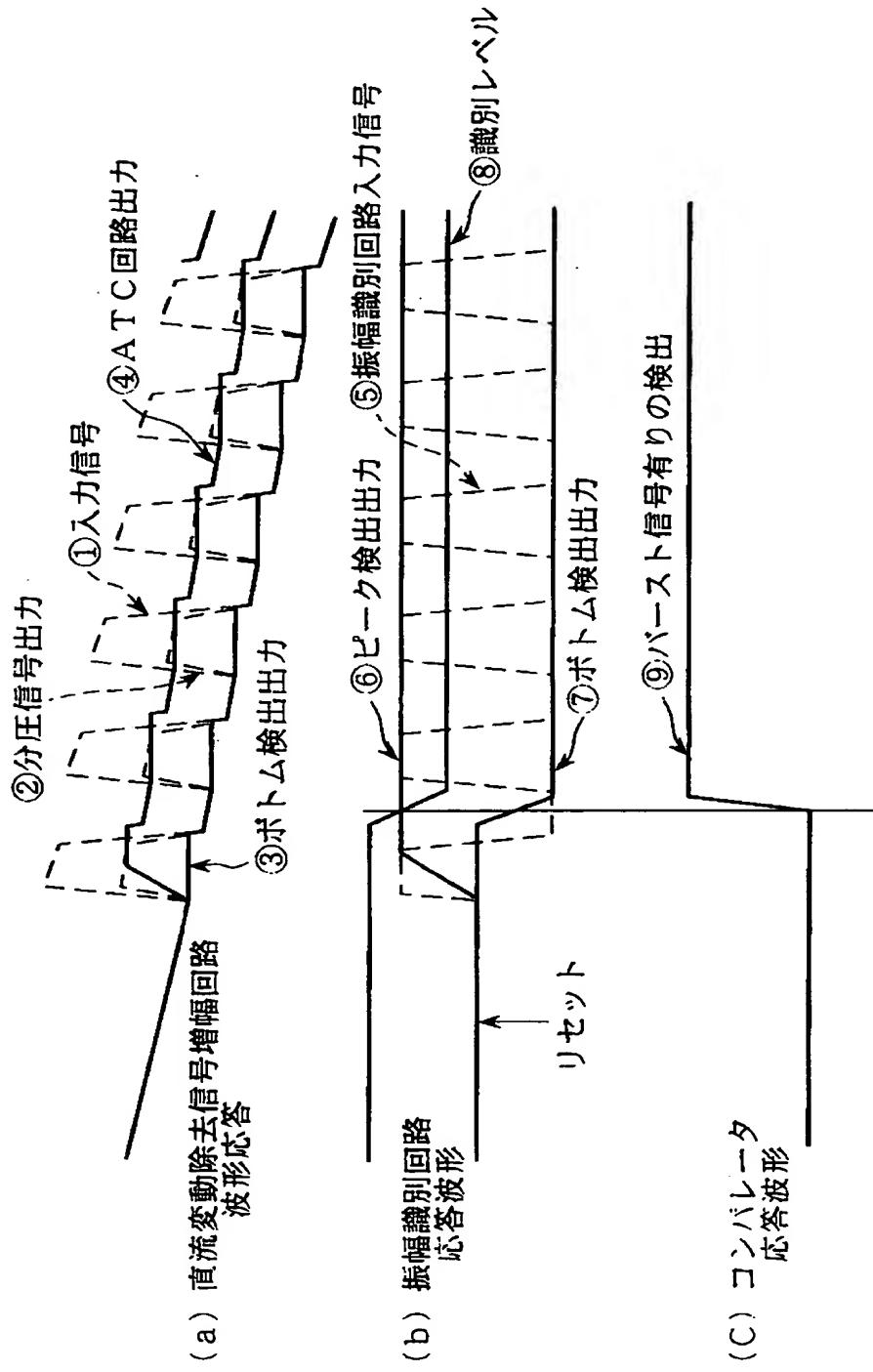
【図15】

本発明の第6の実施の形態の構成図



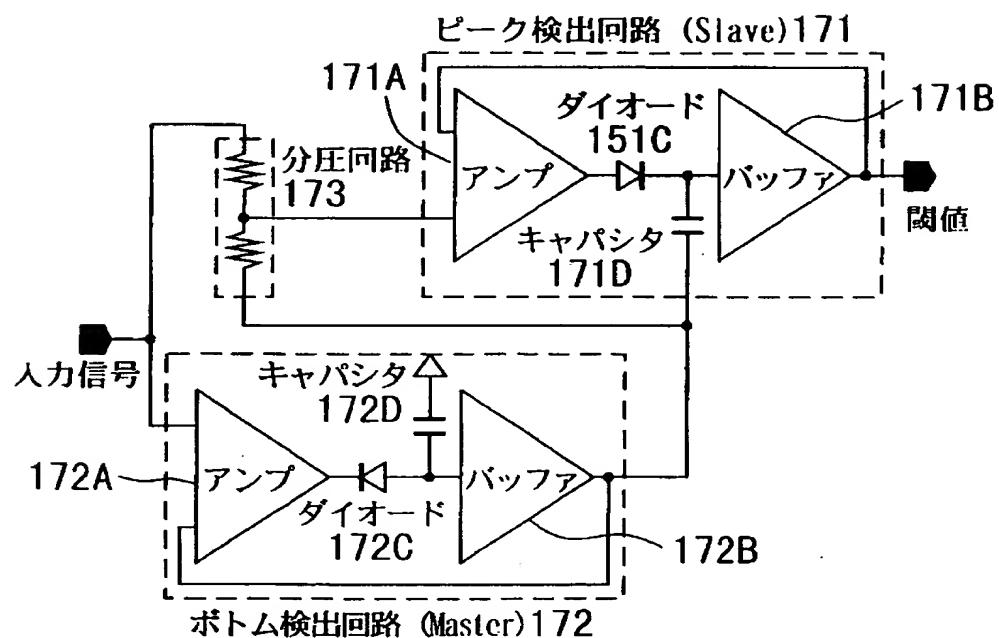
【図16】

本発明の第6の実施の形態の動作波形図



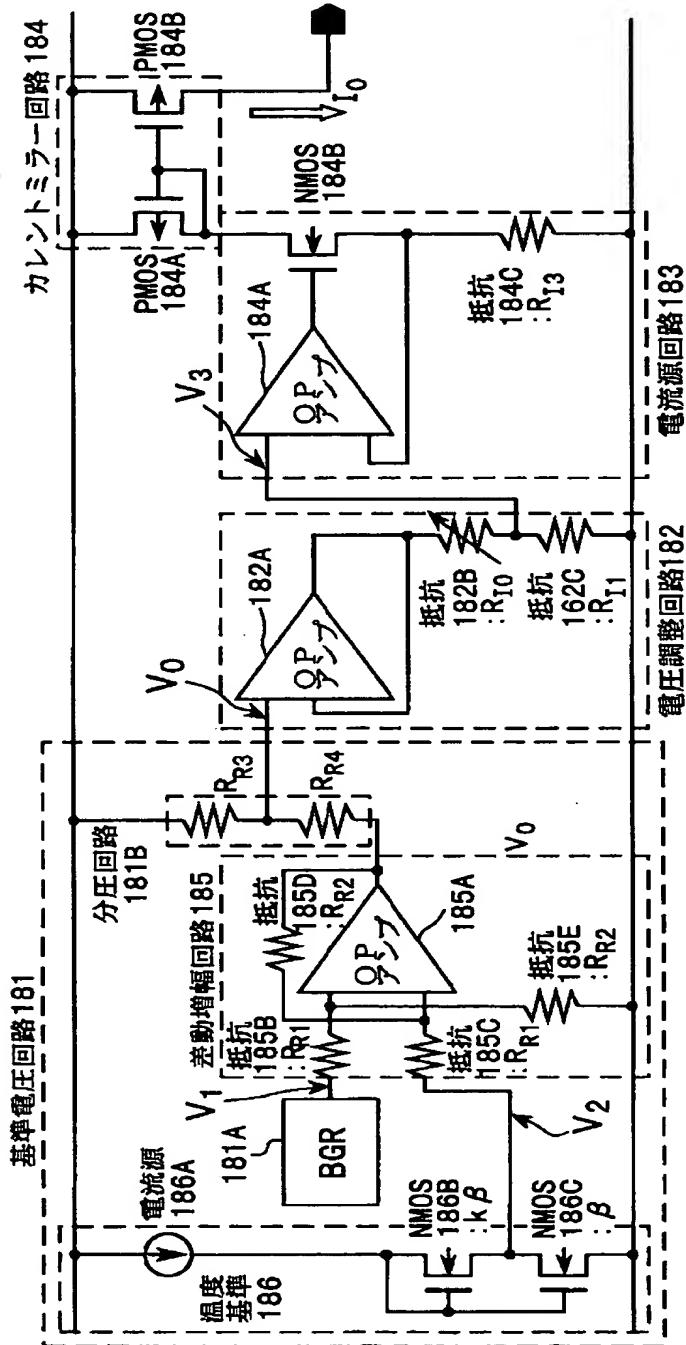
【図17】

本発明の第6の実施の形態におけるマスタースレーブ型
自動閾値制御(ATC)回路の構成図



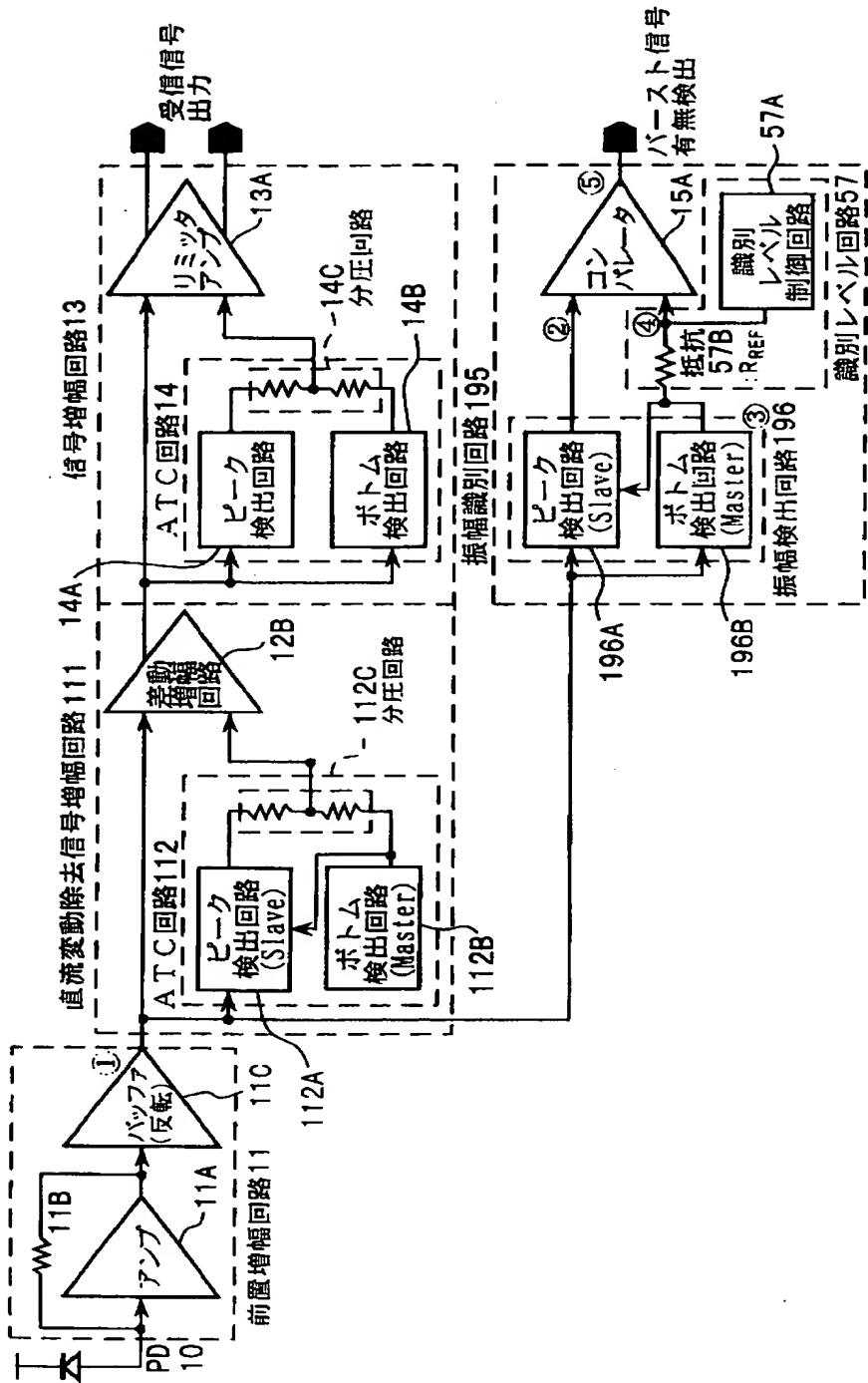
【図18】

本発明の第6の実施の形態における識別レベル制御回路の構成図



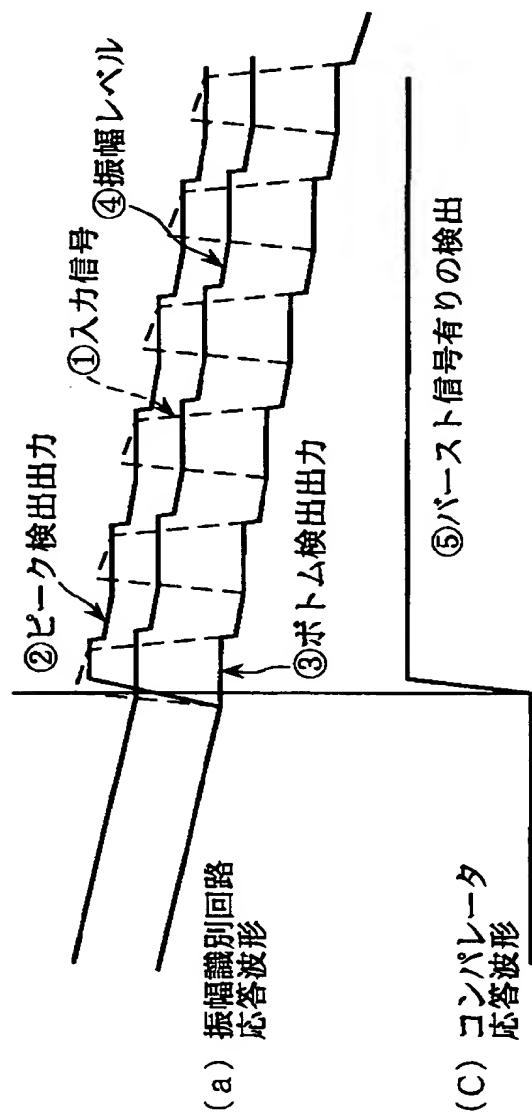
【図19】

本発明の第7の実施の形態の構成図



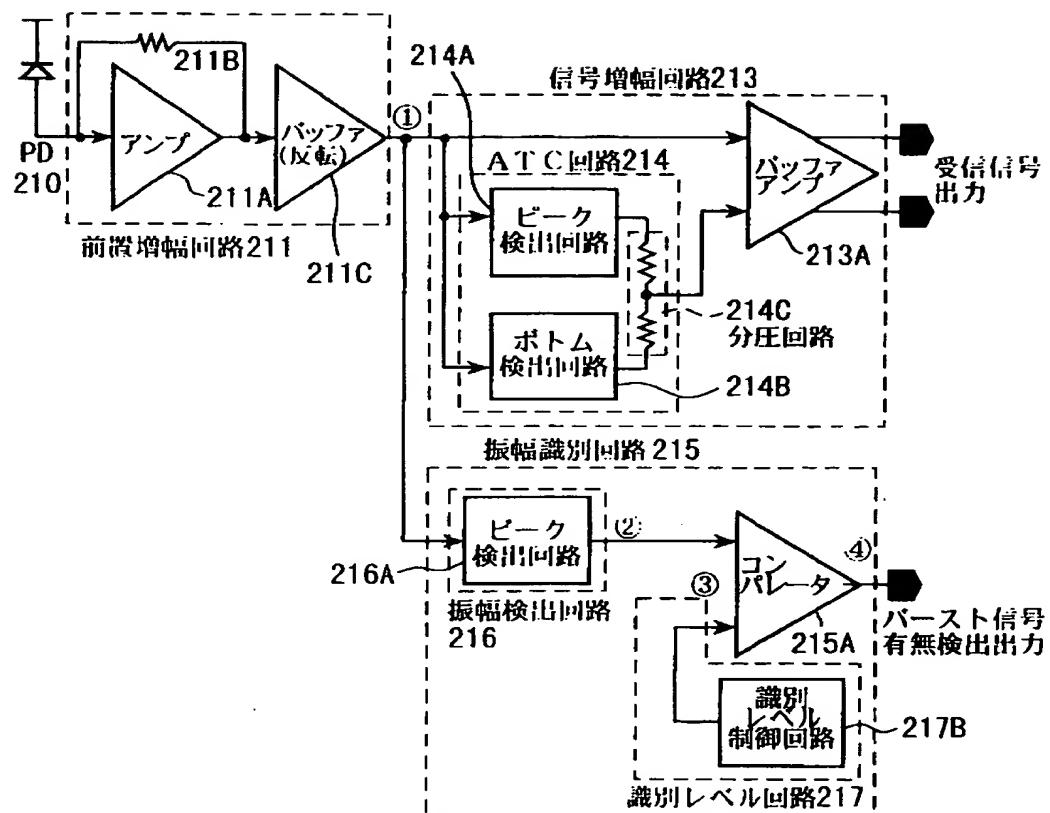
【図20】

本発明の第7の実施の形態の動作波形図



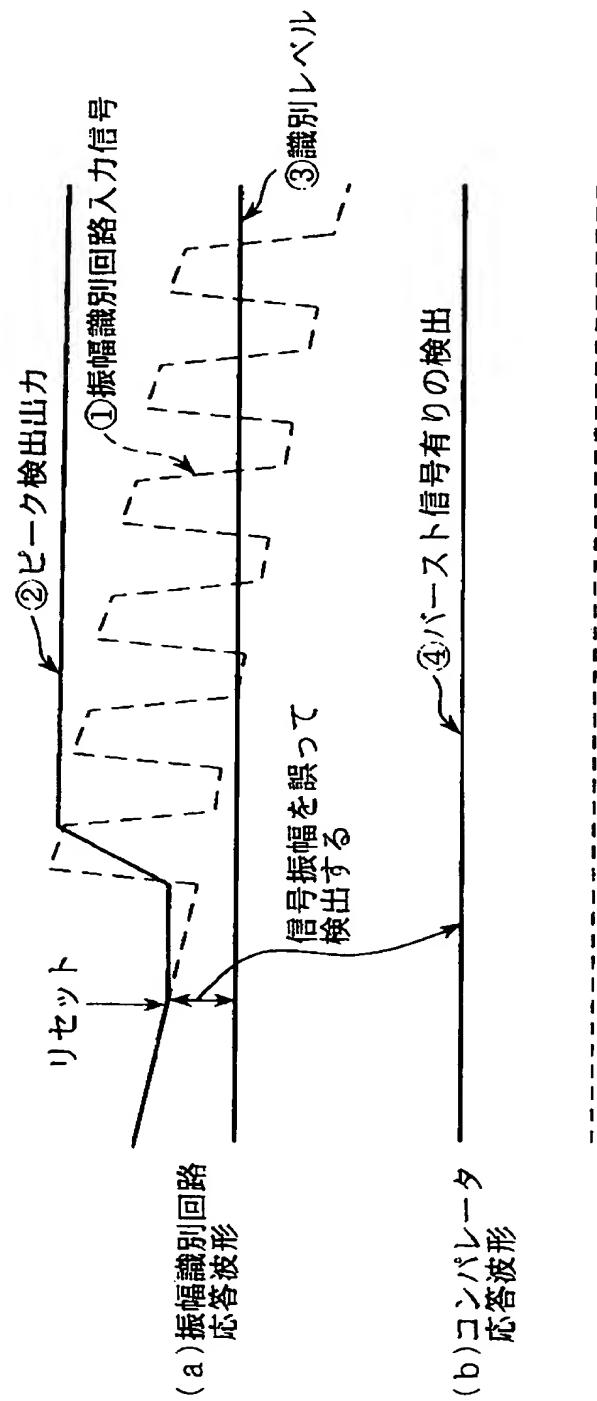
【図21】

従来のバースト信号検出回路の説明図



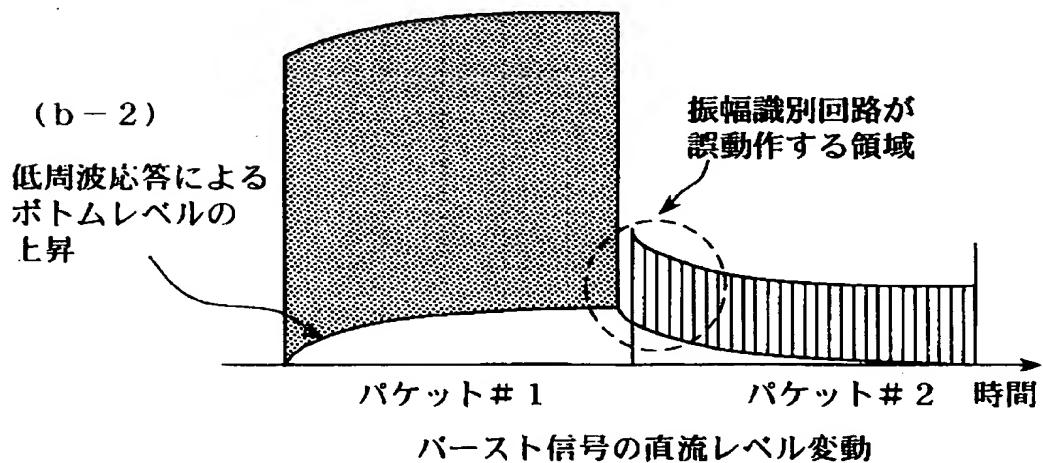
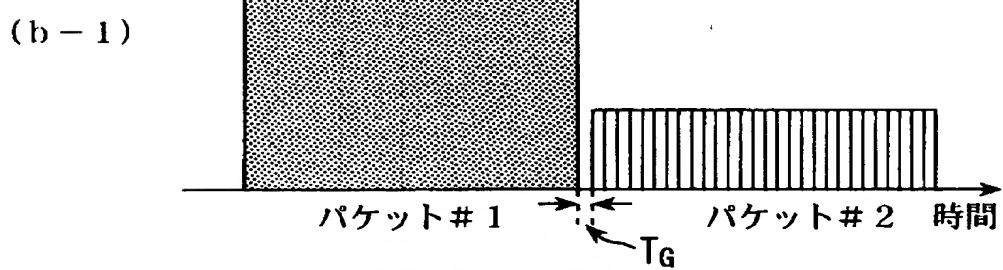
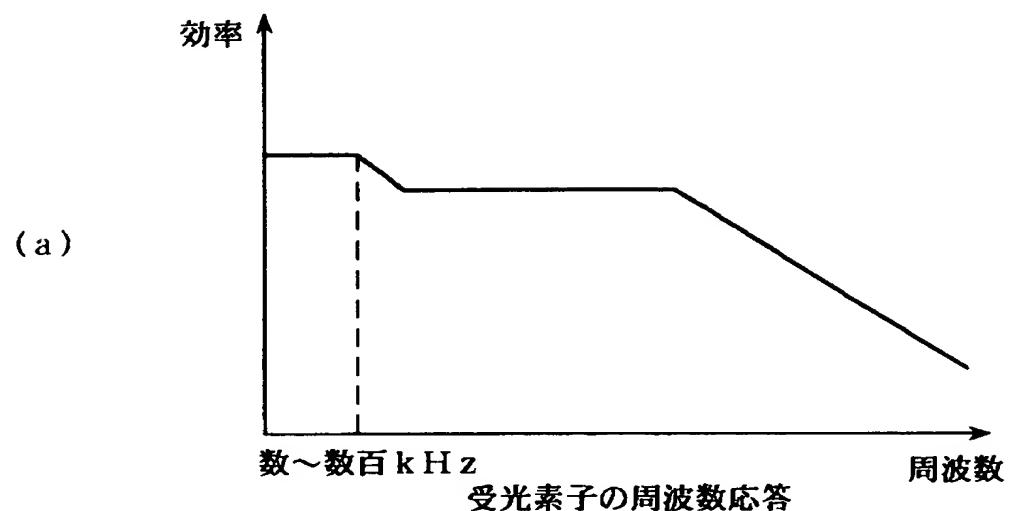
【図22】

従来のバースト信号検出回路の動作波形図



【図23】

受光素子の周波数応答とバースト信号の直流レベル変動の説明図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 バースト状の信号が到来したことを検出するバースト信号検出回路に
関し、直流レベル変動に対してバースト信号を正確に検出し、また、到来するバ
ースト信号が微弱な光信号の場合でも、高精度にバースト信号を検出する。

【解決手段】 入力信号のボトムレベルを検出し、該ボトムレベルを基に入力信
号の直流レベル変動を除去する直流変動除去回路12と、該直流変動除去回路1
2の出力信号を基にバースト信号の有無を検出する振幅識別回路15とを備え、
該振幅識別回路15は、直流変動除去回路12の出力信号の最大振幅を検出する
振幅検出回路16と、識別レベルを制御する識別レベル制御回路17と、振幅検
出回路16の出力レベルと識別レベルとを比較し、バースト信号の有無の検出信
号を出力するコンパレータ15Aとを有する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	平成11年 特許願 第062290号
受付番号	59900213832
書類名	特許願
担当官	高田 良彦 2319
作成日	平成11年 4月 5日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000005223
【住所又は居所】	神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
【氏名又は名称】	富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】	100072833
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門二丁目9番11号 信和ビル4 階
【氏名又は名称】	柏谷 昭司

【代理人】

【識別番号】	100075890
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門二丁目9番11号 信和ビル4 階
【氏名又は名称】	渡邊 弘一

【代理人】

【識別番号】	100105337
【住所又は居所】	東京都港区虎ノ門二丁目九番十一号 信和ビル4 階 テクノパル特許事務所内
【氏名又は名称】	真鍋 潔

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社